

# Utilização prática do programa EAGLE 4.14



Agosto/2005

## INDICE

<u>Introdução</u>	<u>Pág.2</u>
<u>Instalar o programa</u>	<u>Pág.3</u>
<u>Executar o programa</u>	<u>Pág.6</u>
<u>Barra de ferramentas e bibliotecas</u>	<u>Pág.9</u>
<u>Adicionar componentes à área de trabalho</u> <u>Pág.11</u>	
<u>Inserir os componentes</u> <u>Pág.13</u>	
<u>Ligar os componentes</u> <u>Pág.16</u>	
<u>Criar o layout</u> <u>Pág.17</u>	
<u>Furos de fixação</u>	<u>Pág.22</u>
<u>Impressão</u> <u>Pág.24</u>	
<u>Anexo 1 - Library</u> <u>Pág.26</u>	
<u>Anexo 2 - Layers</u>	<u>Pág.30</u>
<u>Anexo 3 - Criar bibliotecas de componentes</u>	<u>Pág.32</u>
<u>Anexo 4 - Design Rule Check (DRC)</u>	<u>Pág.41</u>
<u>Anexo 5 - Personalizar o dimensionamento das pistas</u>	<u>Pág.45</u>
<u>Anexo 6 - Inserir uma frame no esquemático</u>	<u>Pág.46</u>
<u>Anexo 7 - Obter uma listagem dos componentes</u>	<u>Pág.47</u>
<u>Anexo 8 - Exportar o esquema ou a board para o formato bmp</u>	<u>Pág.49</u>
<u>Bibliografia</u>	<u>Pág.50</u>

## Introdução

O programa Eagle é um programa de desenho de **p**lacas de **c**ircuito impresso (PCI)<sup>1</sup>.

Este programa é gratuito (freeware) e é relativamente fácil de utilizar, depois de se conhecerem os passos fundamentais.

Pode-se fazer download deste programa freeware (versão 4.14) em: <http://www.cadsoftusa.com/>



Em primeiro lugar deve desenhar-se o esquema eléctrico pretendido (ficheiros de extensão \*.sch) e, a partir desse esquema, o programa apresenta uma solução para o desenho das pistas. O desenho da placa de circuito impresso (PCI ou PCB) é apresentado em ficheiros de extensão \*.brd.

Utilizando as bibliotecas de componentes existentes no programa, constrói-se o esquema eléctrico que será usado como base no projecto da PCI. Assim sendo, é muito importante a selecção correcta do componente, pois além da sua aplicação básica também servirão de referência as suas características gerais, tais como o tamanho, o encapsulamento, a potência, etc.

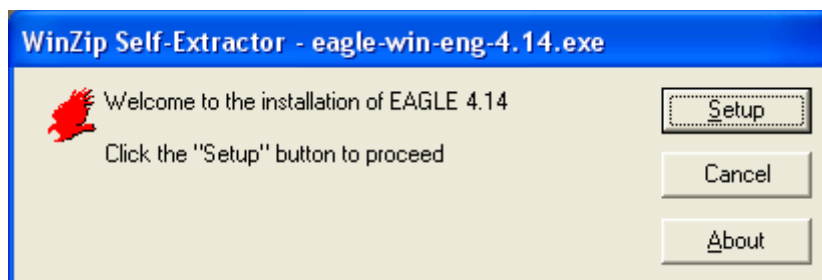
Após a elaboração do esquema é possível gerar uma PCI, através de um rascunho fornecido pelo programa. Este rascunho pode (e deve) ser alterado para a adequação e posicionamento físico dos componentes sobre a placa, de modo a facilitar a passagem das pistas, montagens, fixações mecânicas e outros requisitos.

---

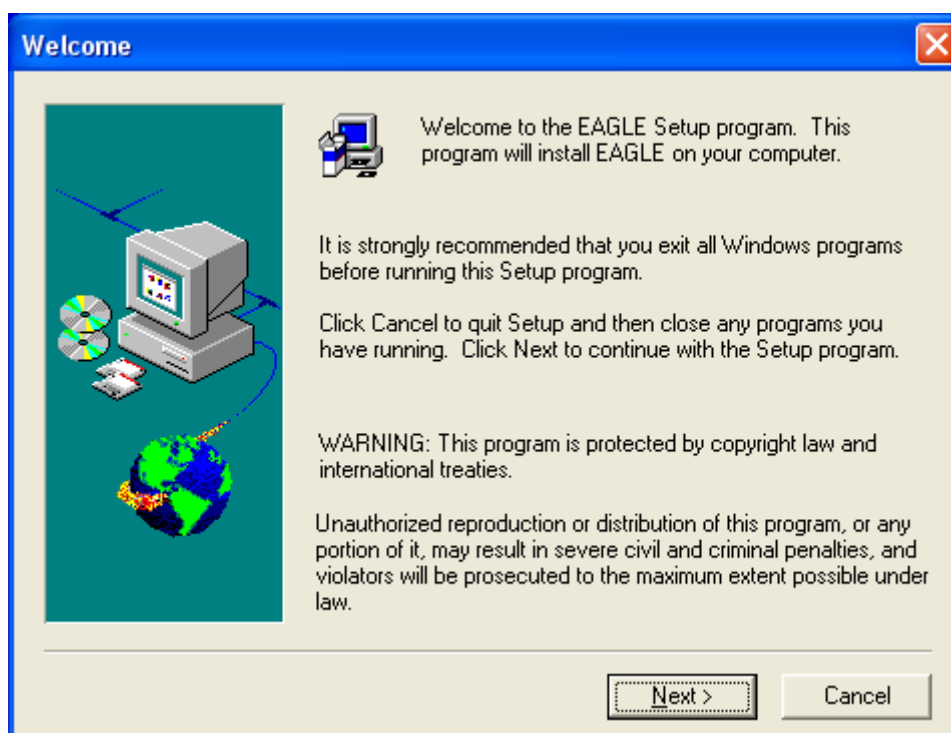
<sup>1</sup> Existem outros programas de desenho de placas de circuito impresso nomeadamente: Ultiboard, QuickRoute, Pcad, ACCEL, etc.

## Instalar o Programa

Localize no seu computador o disco onde está guardado o programa “eagle-4.14.exe”. Execute-o para iniciar a instalação e clique sobre a opção “Setup”.

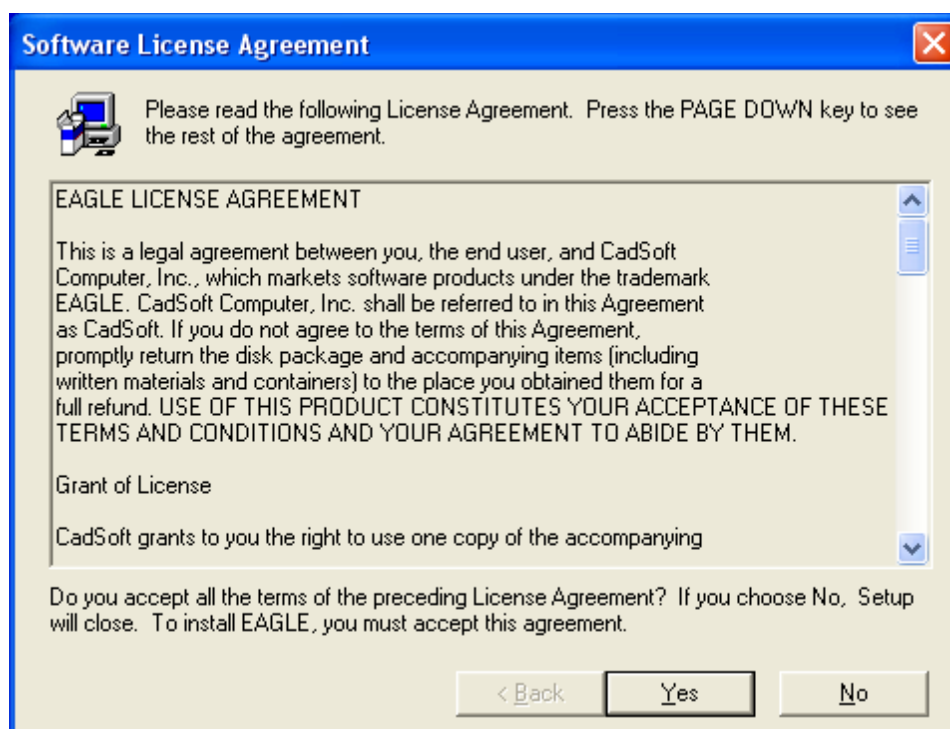


Será apresentada a janela de boas vindas e de aviso de protecção do programa. Clique sobre “Next”.

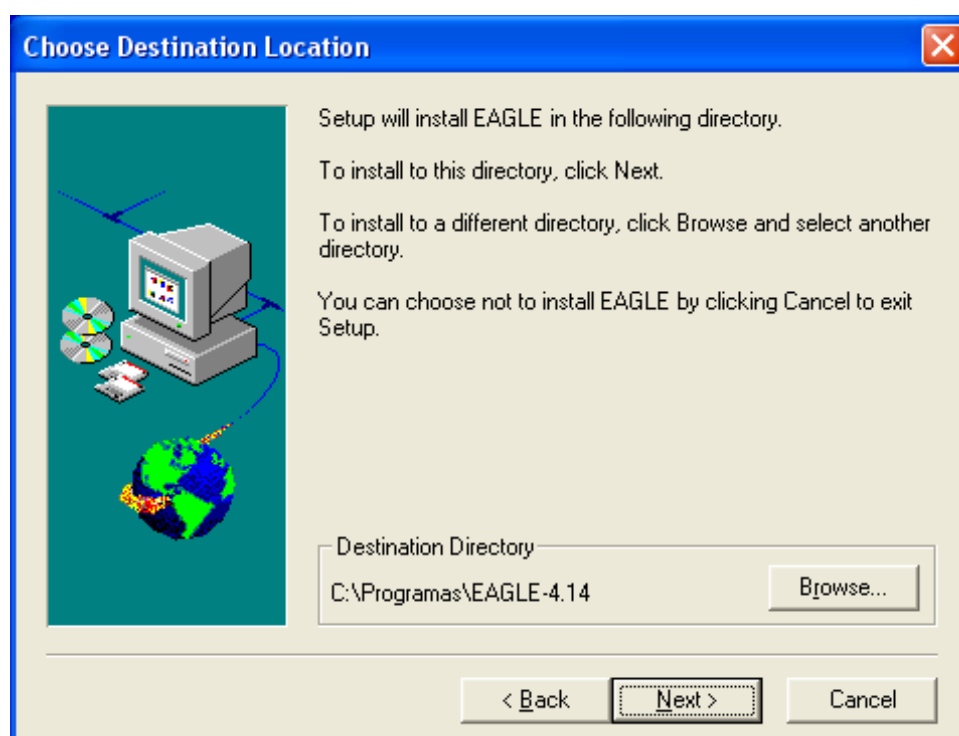


Em seguida será apresentada a janela de concordância com a licença e termos de utilização. Este software é de uso livre para fins educativos apresentando no entanto algumas limitações <sup>2</sup>. Clique sobre “Yes”.

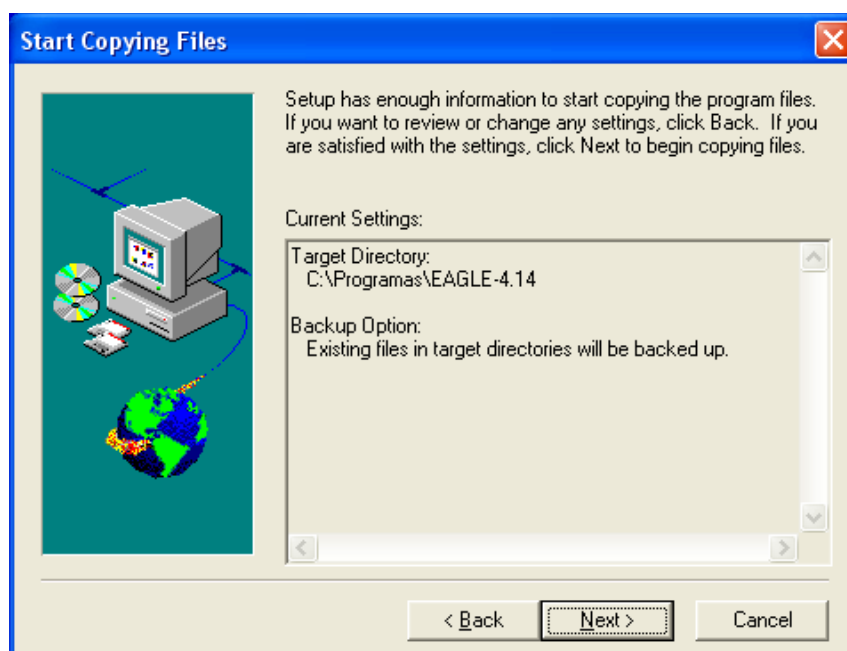
<sup>2</sup> A área da placa (board) é limitada a 100 x 80 mm, o esquema eléctrico fica limitado a uma só folha e só pode ser usado, no máximo, para placas de dupla face.



Será apresentada uma nova janela para a escolha da directoria de destino da instalação do programa. Caso seja necessário, altere para a localização pretendida. Clique sobre "Next".



A janela seguinte apresenta para simples conferência, um resumo dos parâmetros iniciais da instalação. Clique sobre "Next". Começará a instalação propriamente dita.



O processo de instalação é iniciado e pode ser acompanhado pela barra de progresso. Terminada a instalação, surge a janela de finalização. Caso não queira visualizar os ficheiros ou iniciar o programa, desselecione os quadrados. Clique em "Finish".

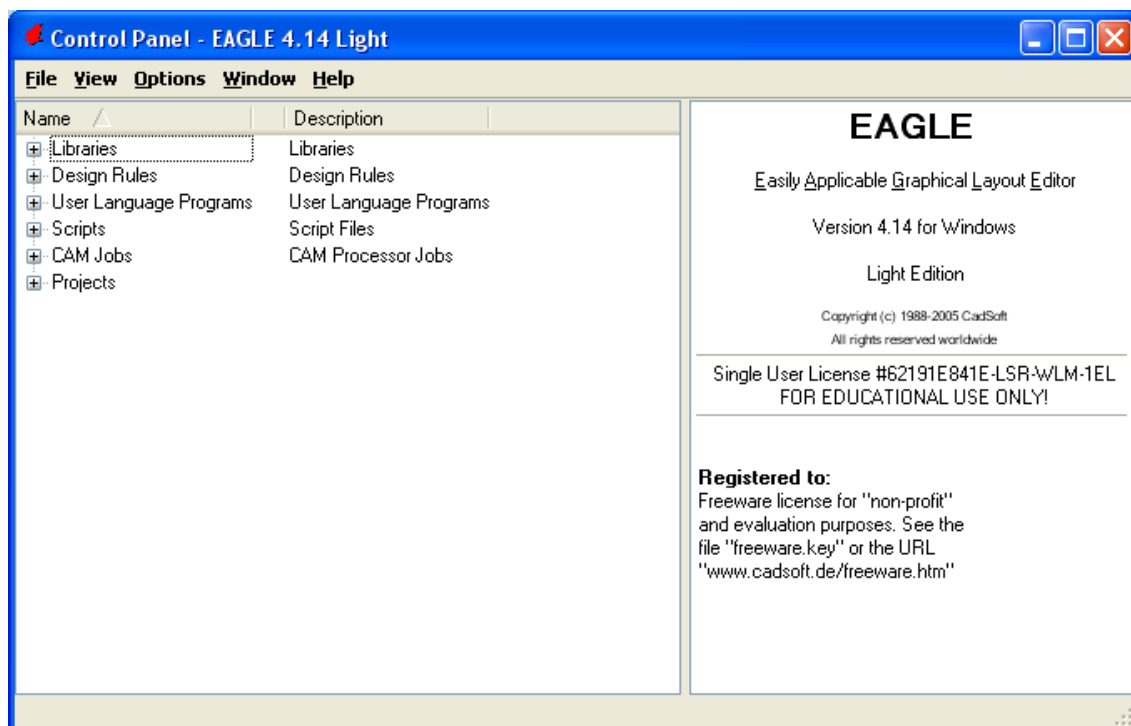


Quando executar o software pela primeira vez aparecerá uma caixa de diálogo a pergunta se tem uma licença pessoal. Selecione "**Run as Freeware**".

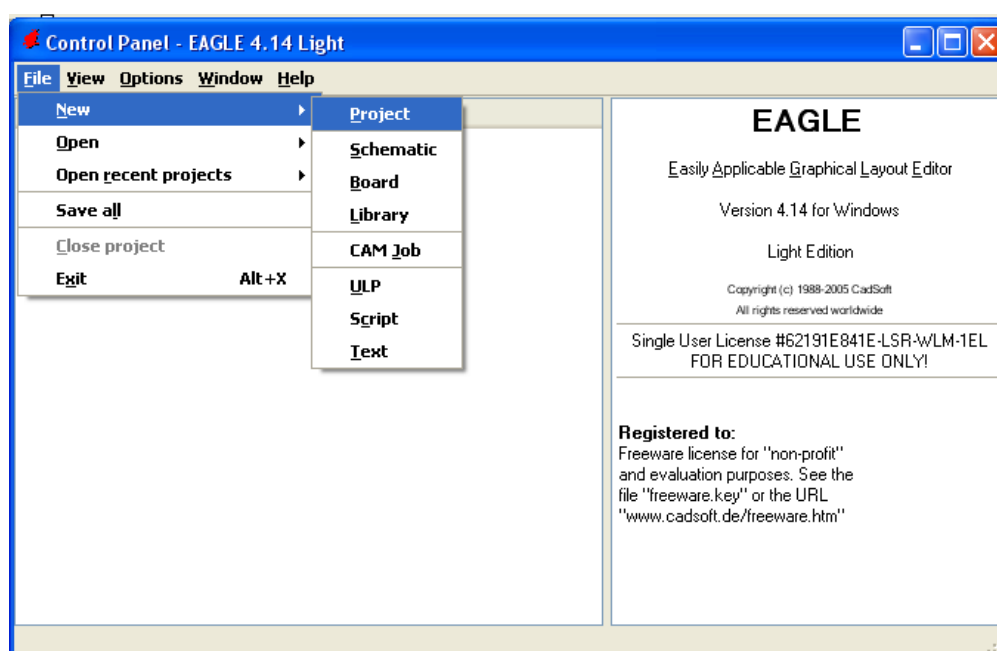


## Executar o Programa

Executando-se o programa, surge a janela principal onde estão localizados os comandos básicos para criação e abertura de projectos. Entre estes, destacamos a directoria “Projects”, onde originalmente são armazenados os projectos em elaboração ou já concluídos.



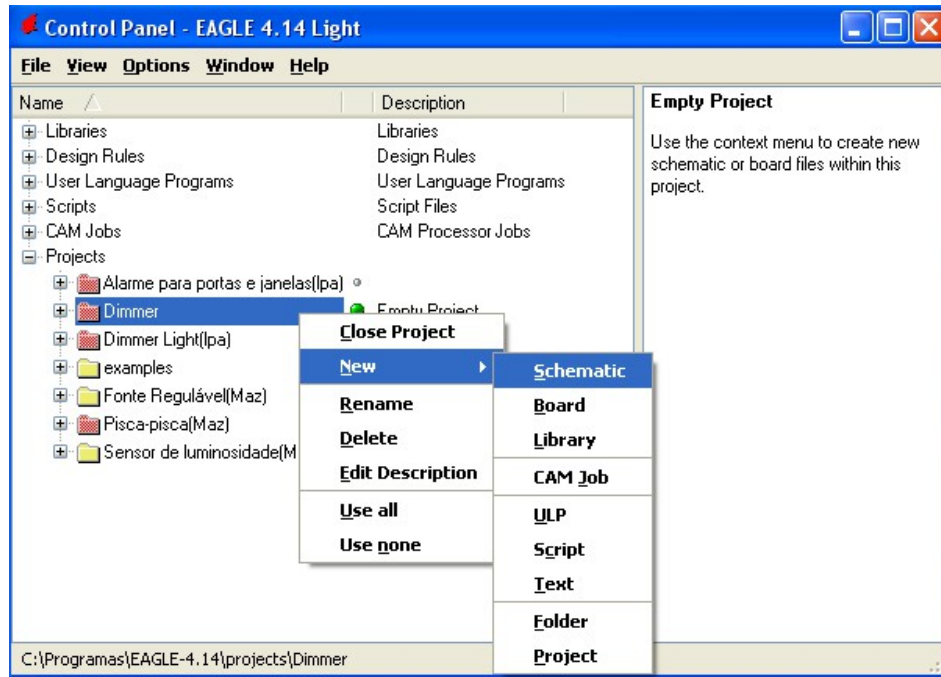
Como vamos realizar a aprendizagem através de um exemplo prático, devemos criar inicialmente um novo projecto para guardarmos os nossos trabalhos. Para esse efeito siga a seguinte sequência de comandos: (**File> New> Project**).



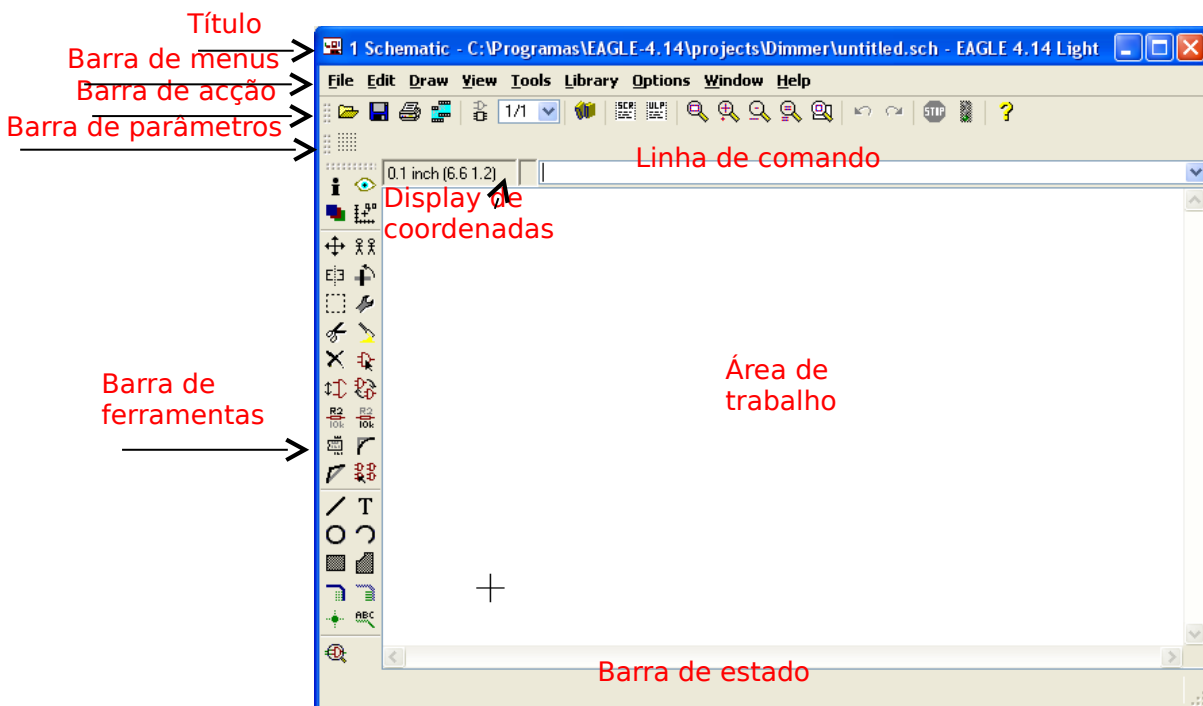
Vamos acrescentar um novo projecto ao qual vamos atribuir o nome “Dimmer”.

Observe que à direita do nome, surge a frase “Empty Project”, indicando que ainda não tem nenhum conteúdo, ou seja, apenas a pasta foi criada.

Devemos então criar um novo esquema eléctrico (**New> Schematic**), pressionando com o botão direito do rato sobre a pasta Dimmer, seguindo a sequência mostrada na figura a seguir.



Surge então a janela com os comandos e funções específicas para o desenho do esquema eléctrico.

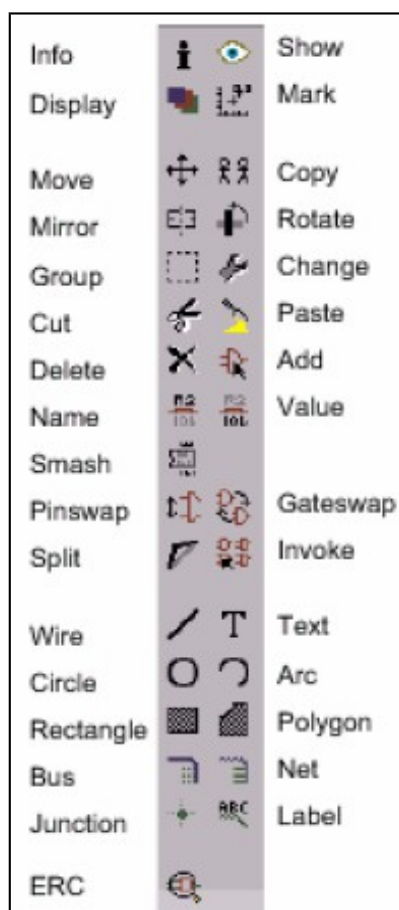




## Barra de acção



- 1** - Abrir um documento.
- 2** - Gravar um documento.
- 3** - Imprimir um documento.
- 4** - Exportar um ficheiro para o formato de industrialização (CAM - Computer Aided Manufacturing).
- 5** - Passar do esquemático para a placa e vice-versa.
- 6** - Número de folhas.
- 7** - Utilizar a biblioteca.
- 8** - Executar um ficheiro script (\*.scr).
- 9** - Correr um programa de linguagem de utilizador (\*.ulp).
- 10** - Ajustar o desenho à janela.
- 11** - Ampliar o desenho.
- 12** - Reduzir o desenho.
- 13** - Redesenhar/limpar o desenho.
- 14** - Ampliar uma área seleccionada do desenho.
- 15** - Anular a última alteração.
- 16** - Refazer a alteração anterior.



- 17** - Cancelar comando.
- 18** - Executar comando.
- 19** - Ajuda do programa.

## Barra de Ferramentas e Bibliotecas

**INFO:** Mostra as propriedades dos objectos seleccionados.

**SHOW:** Mostra, na barra de status, os nomes e outros detalhes do objecto seleccionado.

**DISPLAY:** Permite mostrar ou esconder as camadas (layers) que pretendemos que apareçam ou não no desenho ou impressão.

**MARK:** Permite seleccionar a origem das coordenadas para a apresentação da posição relativa indicada na parte superior esquerda da janela (display de coordenadas).

**MOVE:** Permite mover um objecto seleccionado.

**COPY:** Permite copiar um objecto.

**MIRROR:** Gera uma imagem invertida dos objectos e grupos relativamente ao eixo dos Y.

**ROTATE:** Permite rodar um objecto.

**GROUP:** Activando esta função pode-se seleccionar um conjunto de objectos.

**CHANGE:** Permite alterar as propriedades dos objectos.

**CUT e PASTE:** Com CUT pode-se guardar na memória um componente ou grupo e PASTE permite recuperá-lo e colocá-lo na área de trabalho

**DELETE:** Permite apagar um objecto seleccionado.

**ADD:** Com esta função podem-se inserir no esquema os componentes que estão disponíveis nas bibliotecas.

**NAME:** Permite modificar o nome que o programa deu aos componentes e condutores utilizados.

**VALUE:** Permite definir ou modificar o valor de um objecto.

**SMASH:** Permite separar o nome do objecto do seu valor.

**PINSWAP:** Permite trocar pinos equivalentes.

**GATESWAP:** Permite trocar gates equivalentes.

**SPLIT:** Permite curvar uma linha já desenhado.

**INVOKE:** Pode ser utilizado para permitir a ligação do componente activo a uma fonte de tensão diferente de  $V_{CC}$  e GND.

**WIRE:** Permite desenhar linhas/condutores.

**TEXT:** Permite acrescentar etiquetas de texto a um elemento ou desenho.

**CIRCLE:** Permite desenhar círculos.

**ARC:** Permite desenhar arcos.

**RECTANGLE:** Permite desenhar rectângulos.

**POLYGON:** Permite desenhar um polígono.

**BUS:** Permite desenhar barramentos de condutores paralelos.

**NET:** Permite fazer ligações eléctricas ao bus e definir o dimensionamento das pistas.

**JUNCTION:** Serve para inserir um nó (numa derivação) ou para definir os terminais dos componentes.

**LABEL:** Permite colocar uma etiqueta com o nome dado a uma linha simples ou barramento.

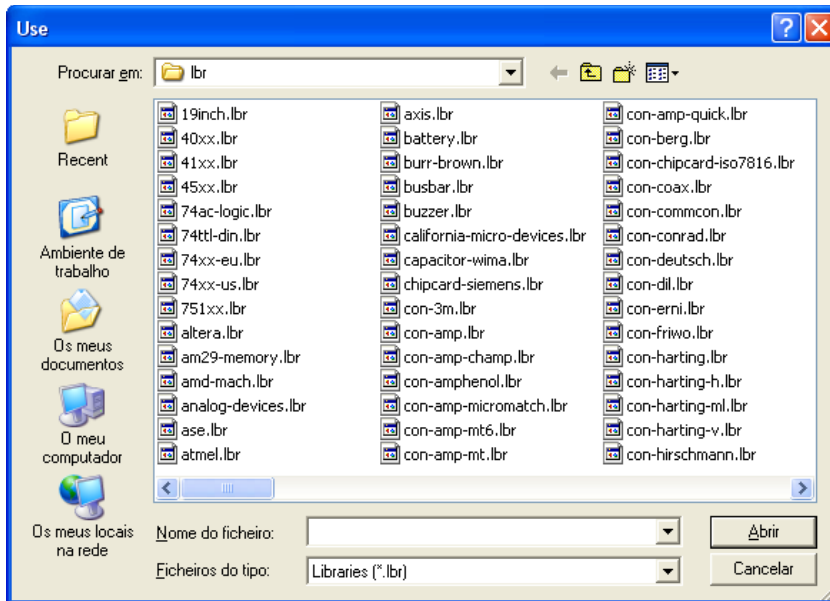
**ERC:** (**E**lectrical **R**ule **C**heck) Esta é uma ferramenta que realiza uma verificação eléctrica do circuito, detectando erros nos esquemas eléctricos.

*Se necessitar de ajuda suplementar sobre alguma ferramenta, clique no seu ícone e seguidamente no ícone de Help ou escreva na linha de comando a palavra Help seguida do nome da ferramenta.*

Os esquemas eléctricos devem ser sempre desenhados com a grelha de 0,1 polegada (2,54 mm), porque as bibliotecas estão definidas para este valor. Os símbolos deverão ser colocados nesta grelha ou num múltiplo da mesma, uma vez que em caso contrário é possível que as pistas não possam ser ligadas aos pinos (terminais).

Vamos iniciar o desenho do esquema eléctrico partindo da selecção e posicionamento dos componentes. Os componentes electrónicos disponíveis estão agrupados por similaridade e/ou fabricante e organizados por ordem alfabética, em arquivos independentes denominados **bibliotecas** (ver anexo 1).

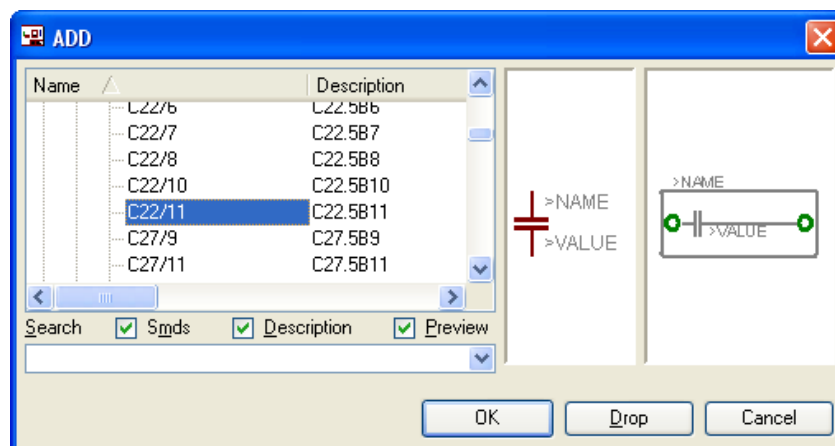
Se seleccionarmos o menu **Library** e a opção **Use** podemos verificar que o Eagle já carregou todas as bibliotecas disponíveis.



Como podemos observar, em função da quantidade de bibliotecas, componentes e combinações entre os grupos, inicialmente haverá uma certa dificuldade em localizar o componente desejado.

uma  
izado,  
lecidir

sobre qual entre as variações apresentadas é o mais adequado, para tal devemos utilizar as informações mostradas na janela à direita quando seleccionamos uma biblioteca qualquer ou um componente.



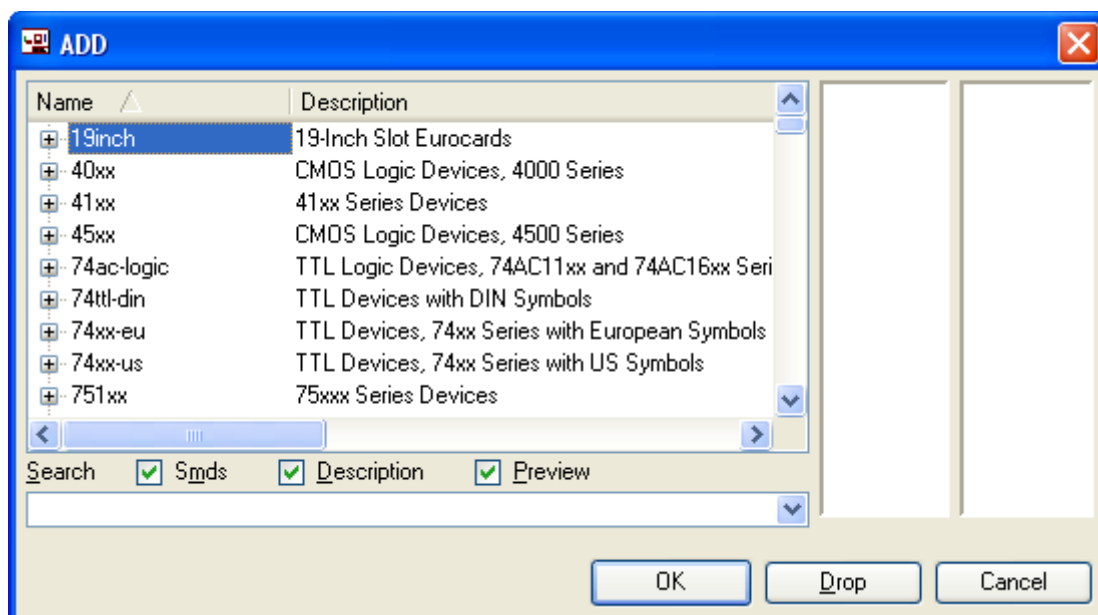
O componente seleccionado **C22/11** é um condensador com as dimensões de 22mm x 11mm e com uma distância entre os terminais de 22,5 mm.

## Adicionar componentes à área de trabalho

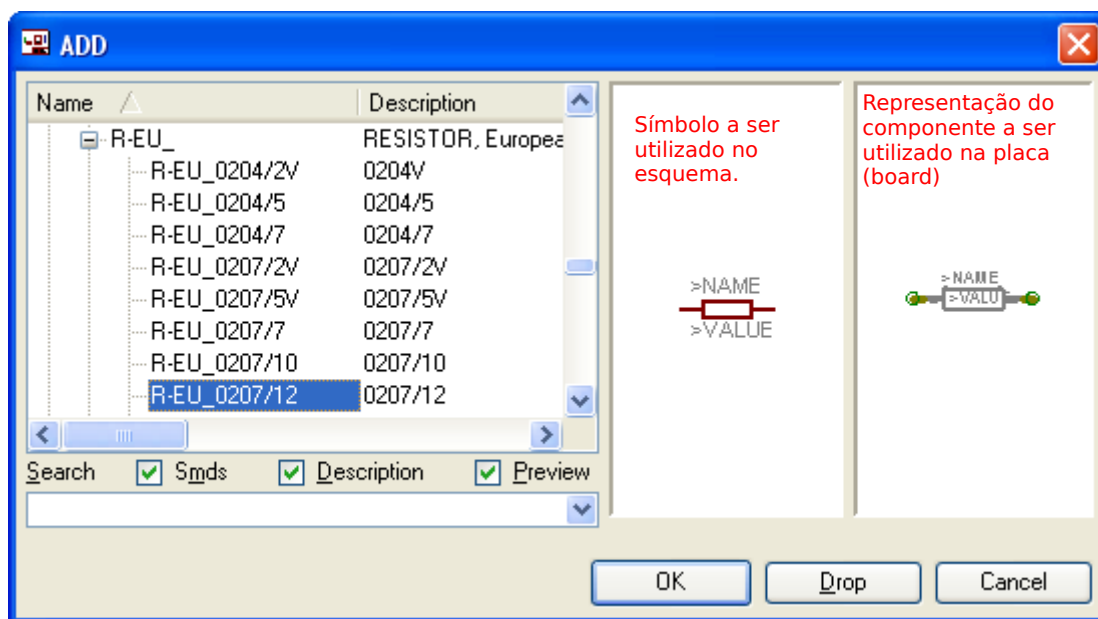
Uma vez que as bibliotecas estão disponíveis, para se inserir um componente utilizamos os comandos **Edit> Add** ou usamos o ícone



Surgirá a seguinte janela

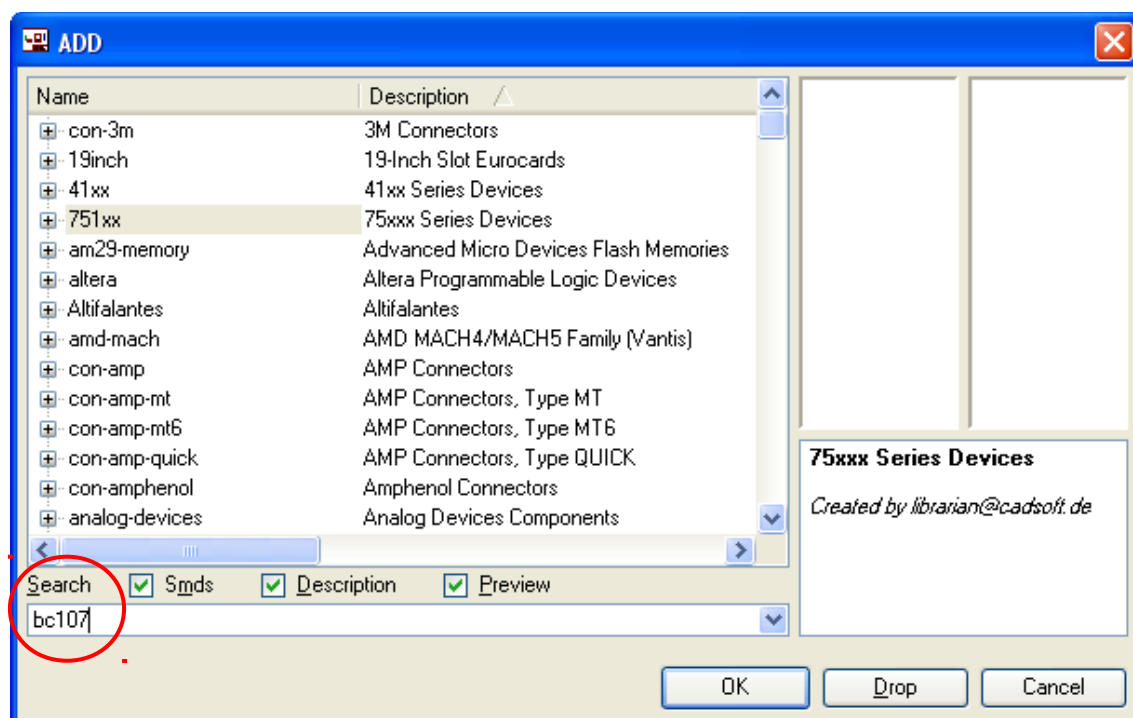


Faça a rolagem da listagem de nomes, selecione e expanda a livreria “rcl “. Dentro desta biblioteca localize o componente “R-EU\_0207/12” (lê-se: **R**esistência, símbolo **E**uropeu, dimensões **2**mm x **7**mm, distância entre as ilhas **12**mm).

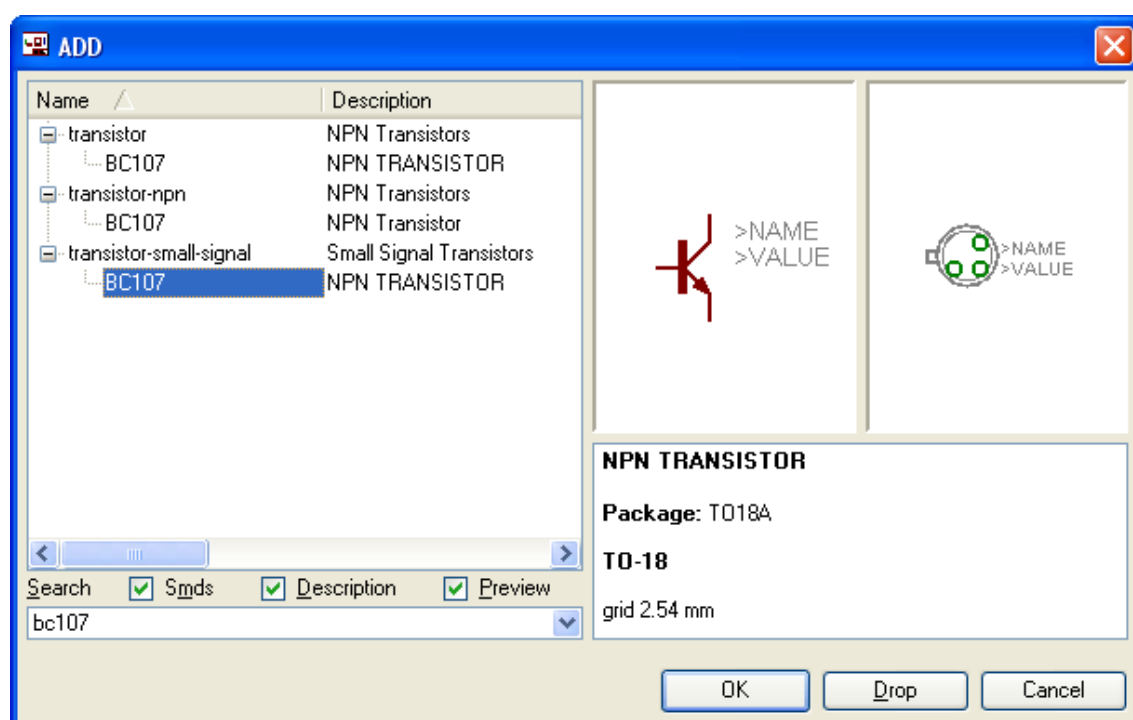


Nas janelas do lado direito pode ser vista a representação do componente (símbolo), a sua configuração física (ilhas, serigrafia) e o seu encapsulamento.

Para localizar nas bibliotecas um componente com um dado código alfanumérico específico deverá escrever esse código no campo “**Search**” da janela “**ADD**” e pressionar OK.



Surgirá a seguinte janela



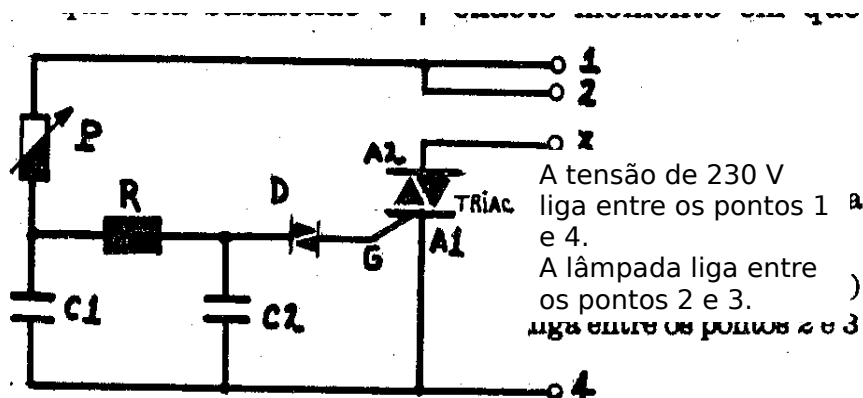
Se pressionar em OK poderá colocar esse componente na área de trabalho.

**Nota:** Se alguns dos componentes da listagem inicial parecem ter desaparecido quando usa a pesquisa dentro da janela do comando “Add” o que deverá fazer é dentro dessa janela apagar o que estiver no campo “Search” e pressionar OK.

## Um exemplo: Dimmer light - Inserir os componentes

Para facilitar a aprendizagem vamos utilizar como exemplo o projecto de um regulador de intensidade luminosa.

Com base no esquema, devemos começar por dimensionar o tipo de componentes que serão utilizados e quais efectivamente serão montados na PCI.



Uma eventual primeira lista de componentes seria a seguinte:

- 1 - Resistência fixa linear de 18K
- 1 - Potenciômetro de 470K
- 2 - Condensadores de 47nF/400V
- 1 - Diac de 32V
- 1 - Triac BT137

Para obtermos previamente todas as dimensões dos componentes que vamos utilizar, a partir dos seus valores, podemos recorrer a um catálogo geral de componentes (por exemplo o catálogo geral da Farnell) ou comprar os componentes e medir as suas dimensões.

É de notar que nas bibliotecas deste programa, nem sempre existem os componentes com as dimensões exactas, tendo por isso de se escolher os que têm valores mais aproximados. Se um dado componente que é necessário não se encontra em nenhuma biblioteca, poder-se-á criar uma nova biblioteca de componentes (ver anexo 3).

Podemos iniciar o desenho do esquema eléctrico no Eagle, para posterior geração da PCI. É de notar que o potenciômetro não será montado directamente na PCI.

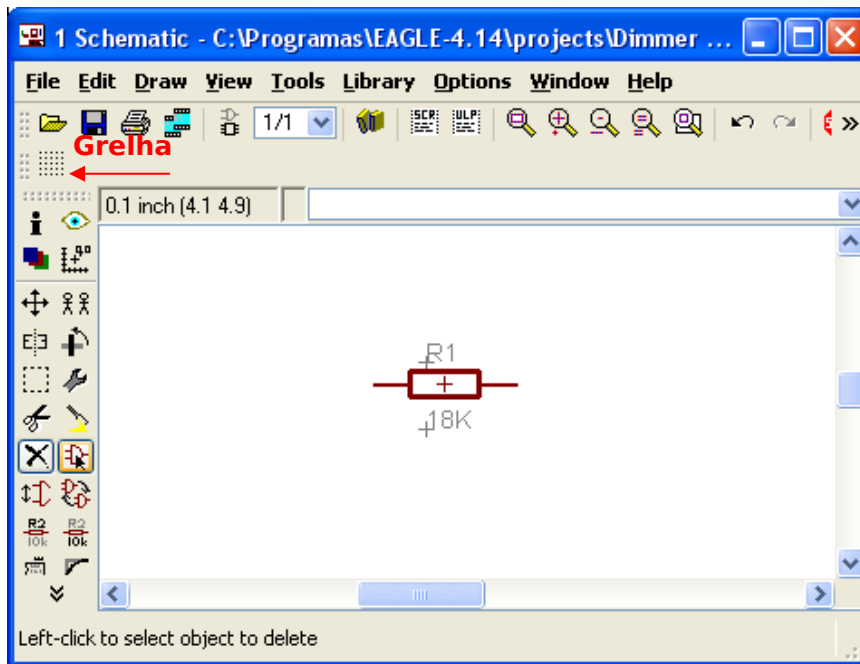
No caso da alimentação da rede por exemplo, deve ser prevista a sua ligação eléctrica com a placa, colocando-se ilhas específicas onde serão soldados os fios. A mesma coisa deve ser feita com a carga (lâmpada), onde deverão ser usadas duas ilhas para a ligação através de fios.

Temos que considerar a possibilidade de montar um dissipador de calor no triac, caso a potência da carga a controlar seja grande.

Seleccione o projecto gravado anteriormente no Eagle (Dimmer) e crie um novo esquema. Execute o comando "Add".

Localize e abra a biblioteca "rcl". Seleccione a resistência "R-EU\_0207/12" e clique em OK. Posicione a resistência no esquema clicando uma vez com o botão esquerdo do rato. Para fazer a rotação do componente de 90° antes

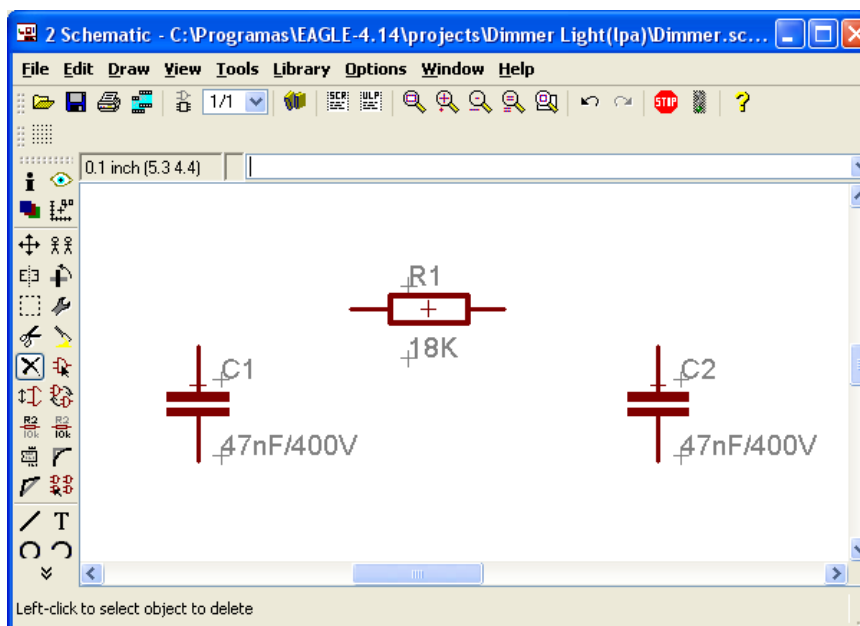
de posicioná-lo utilize o botão direito do rato. Pressione a tecla ESC para finalizar a colocação da resistência e voltar para a selecção de bibliotecas.



Utilizando os comandos "**Name**" e "**Value**" altere os nomes e valores dos componentes.

Com o comando "**Smash**" (clique em **Smash** e em seguida use **Move**) podemos deslocar os nomes e valores dos componentes para posições mais adequadas no desenho.

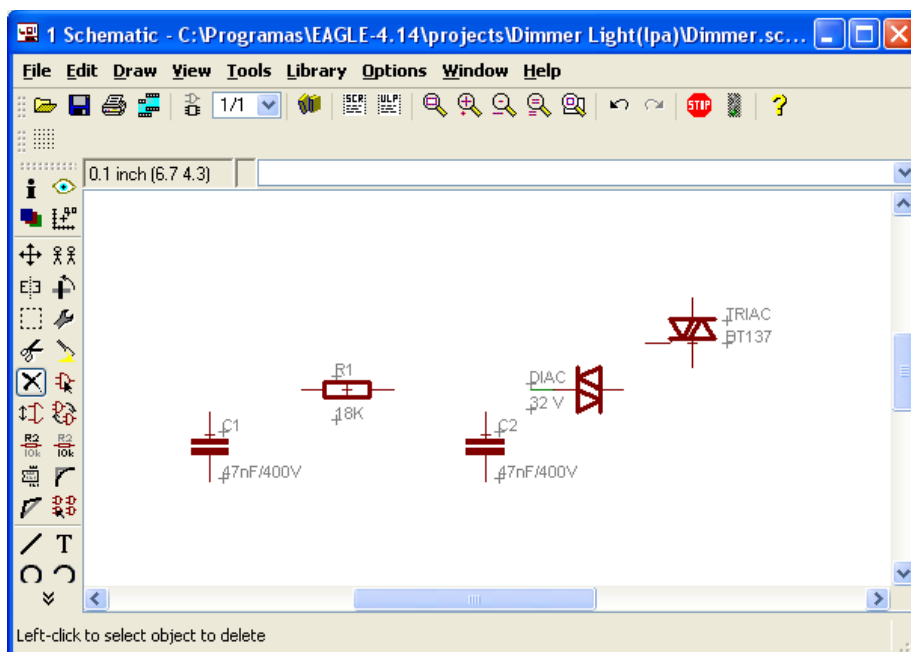
Ainda na biblioteca "**rcl**" seleccione o condensador C-EU150-054 x 183 e clique em OK. Coloque os dois condensadores no esquema.



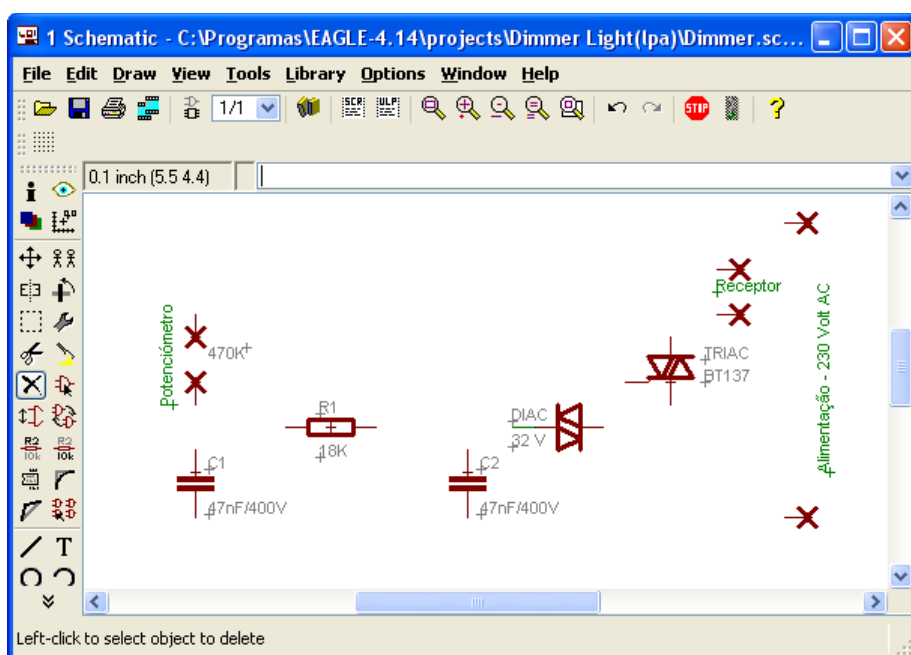
Se pretender mover um componente use o comando "**Move**".

Deve utilizar o comando "**Rotate**" se pretender rodar um componente e o comando "**Delete**" se pretender apagá-lo.

Feche a biblioteca "**rcl**", abra a biblioteca "**triac**" e seleccione o diac GT32. Coloque o componente no esquema. Na mesma biblioteca seleccione o triac TIC225S e coloque-o no esquema.



Ainda necessitamos de colocar as ilhas para a soldagem dos fios do potenciômetro, alimentação da rede e receptor. Feche a biblioteca “triac”, abra a biblioteca “**wirepad**” e escolha a ilha desejada conforme o seu diâmetro externo e o diâmetro do furo de solda. Neste exemplo utilizaremos a ilha de 2,54/1,0.



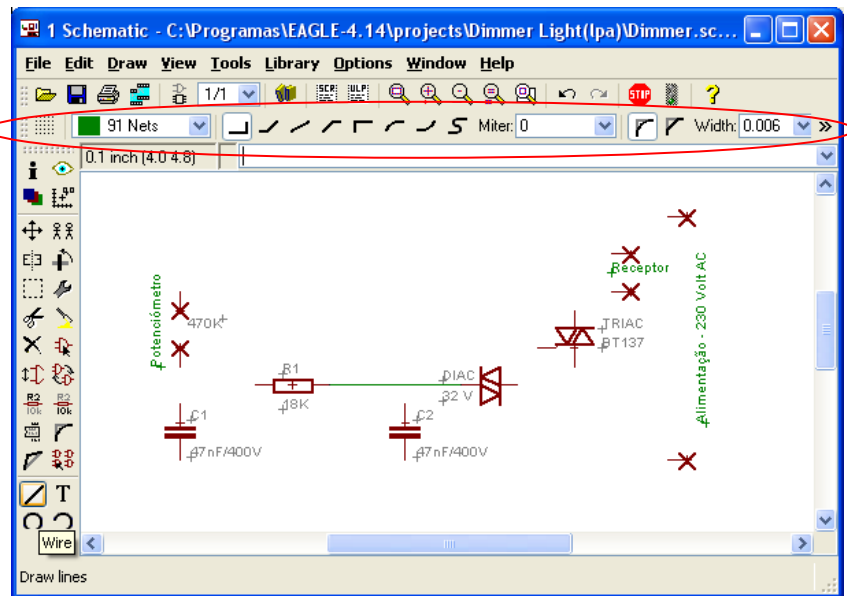
Para acrescentar texto ao esquema (potenciômetro, receptor...) utilize o comando “Text”.

Pressione a tecla ESC para finalizar a colocação das ilhas e feche a biblioteca “wirepad”.



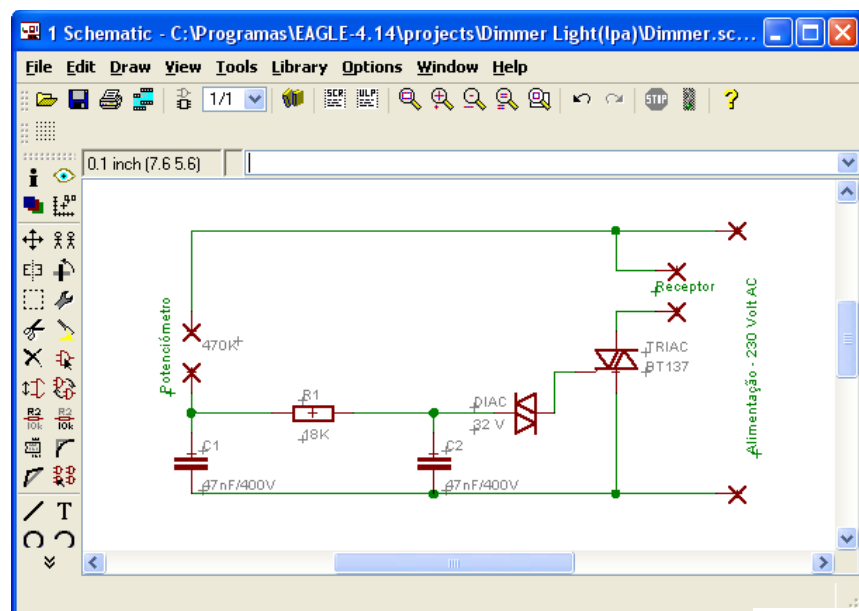
## Um exemplo: Dimmer light - Ligar os componentes

Selecione primeiro o comando **“Wire”** (ver o anexo 5) na barra de ferramentas e conforme o nosso esquema inicial comece a interligar os componentes. Com um clique do rato num dos terminais inicia-se a linha e com dois cliques no outro terminal (ou Esc) conclui-se a ligação.



Observe que ao seleccionar o comando “Wire” surgem algumas opções de configuração na parte superior da janela do Eagle. Com estas opções podemos ajustar os parâmetros das linhas que iremos desenhar. Podemos alterar os “formatos” das linhas (ângulo recto, 45 graus, curvas e espessura da linha).

Continue a desenhar as linhas de interligação entre os componentes até completar o circuito. Finalize-o colocando os nós eléctricos utilizando o comando **“Junction”**.




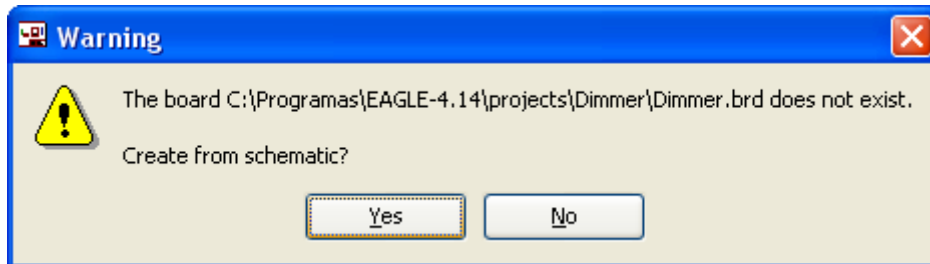
Para terminar, faça a verificação do esquema utilizando o comando **“Erc”** e corrija os eventuais erros apontados.



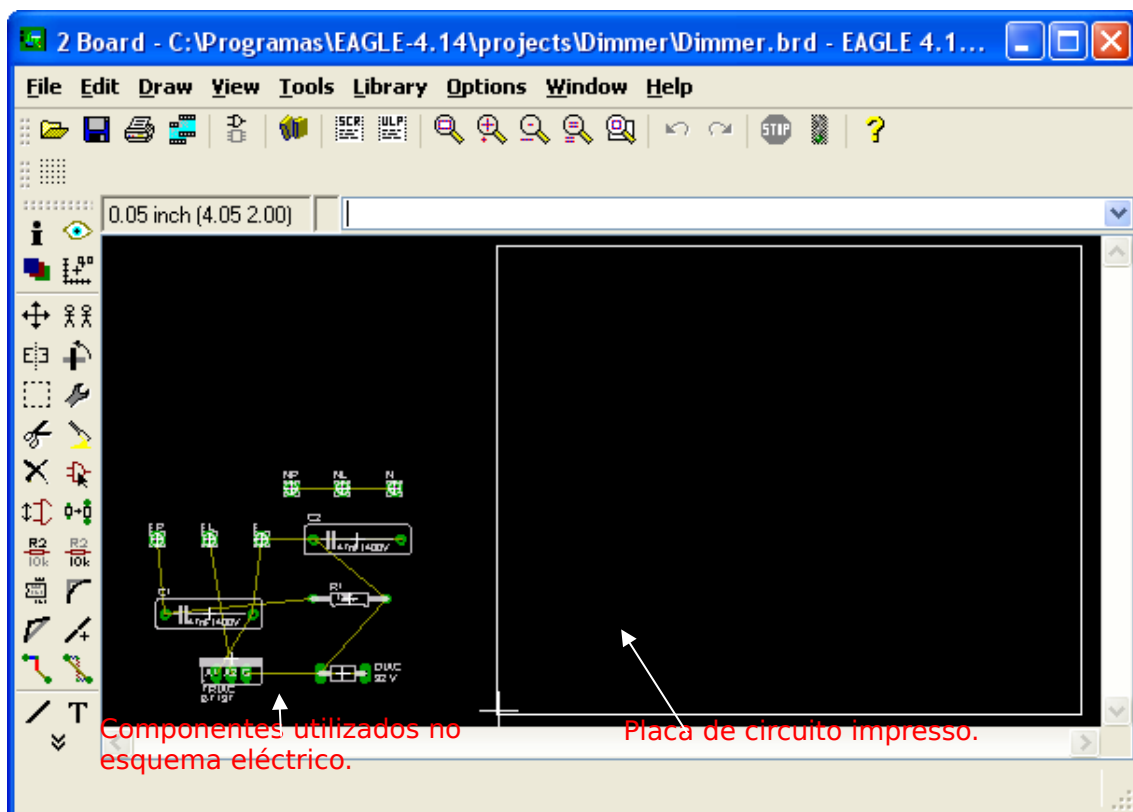
Certifique-se de ter gravado o esquema com o nome Dimmer e vamos passar para a criação da PCI.

## Um exemplo: Dimmer light - Criar o layout

Utilize os comandos **"File">> "Switch to board"** ou clique no ícone  Responda afirmativamente à pergunta se quer criar uma nova PCI.

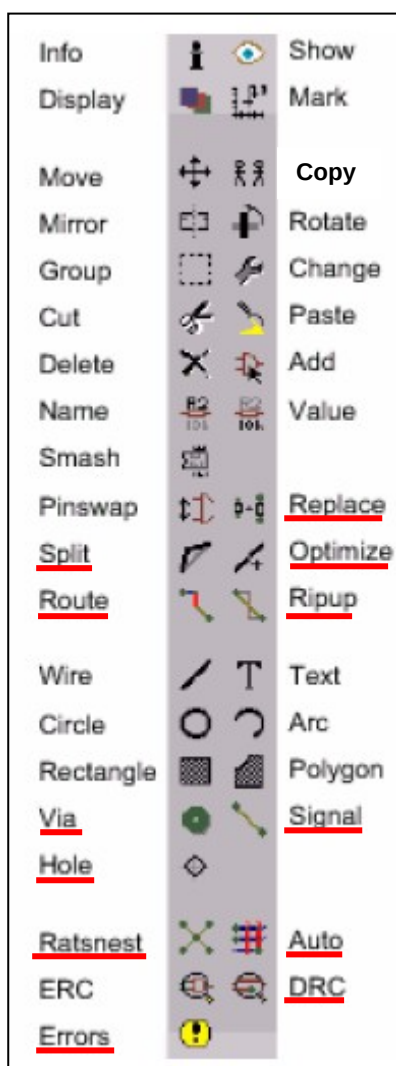


Observe que automaticamente será criada uma nova janela apresentando à esquerda os componentes utilizados no esquema eléctrico, com interligações cruzadas, posicionados ao lado de uma área rectangular (PCI). A partir deste rascunho inicial iremos posicionar adequadamente estes componentes na placa para gerarmos o layout final da PCI.



Grave o ficheiro desta placa (**"File">> "Save"**).

Antes de se iniciar a criação da PCI, observe que algumas novas funções (sublinhadas a vermelho) foram acrescentadas na barra de ferramentas.



**REPLACE:** Permite trocar o encapsulamento a um componente, por outro da mesma livreria

**SPLIT:** Permite quebrar uma pista.

**OPTIMIZE:** Unir segmentos de fio.

**ROUTE:** Permite criar manualmente uma pista a partir de uma ligação já estabelecida

**RIPUP:** Permite converter uma pista numa ligação não "routeada".

**VIA:** Permite desenhar os furos quando é necessário passar uma pista de uma camada para outra.

**SIGNAL:** Permite gerar ligações entre ilhas de componentes (pads). Estas ligações devem ser logo "routeadas" manualmente (ROUTE) ou de forma automática (AUTO).

**HOLE:** Permite desenhar a marcação dos furos para a fixação da placa.

**RATSNEST:** Calcula a mínima distância entre os pontos de ligação eléctrica.

**AUTO:** Permite efectuar a traçagem das pistas automaticamente.

**DRC (Design Rule Check):** Faz a verificação das regras de desenho. (Ver anexo 4)

**ERRORS:** Apresenta os erros encontrados pela análise das regras de desenho (DRC) - (Ver anexo 4)

Semelhante ao que se fez no esquema eléctrico, também aqui é conveniente termos um rascunho da distribuição desejada, principalmente em função das dimensões mecânicas gerais da placa (tamanho da caixa, pontos de fixação, dissipação térmica, etc.).

A seguir deveremos mover os componentes para dentro da área da placa, para isso use o comando **Move** da barra de ferramentas



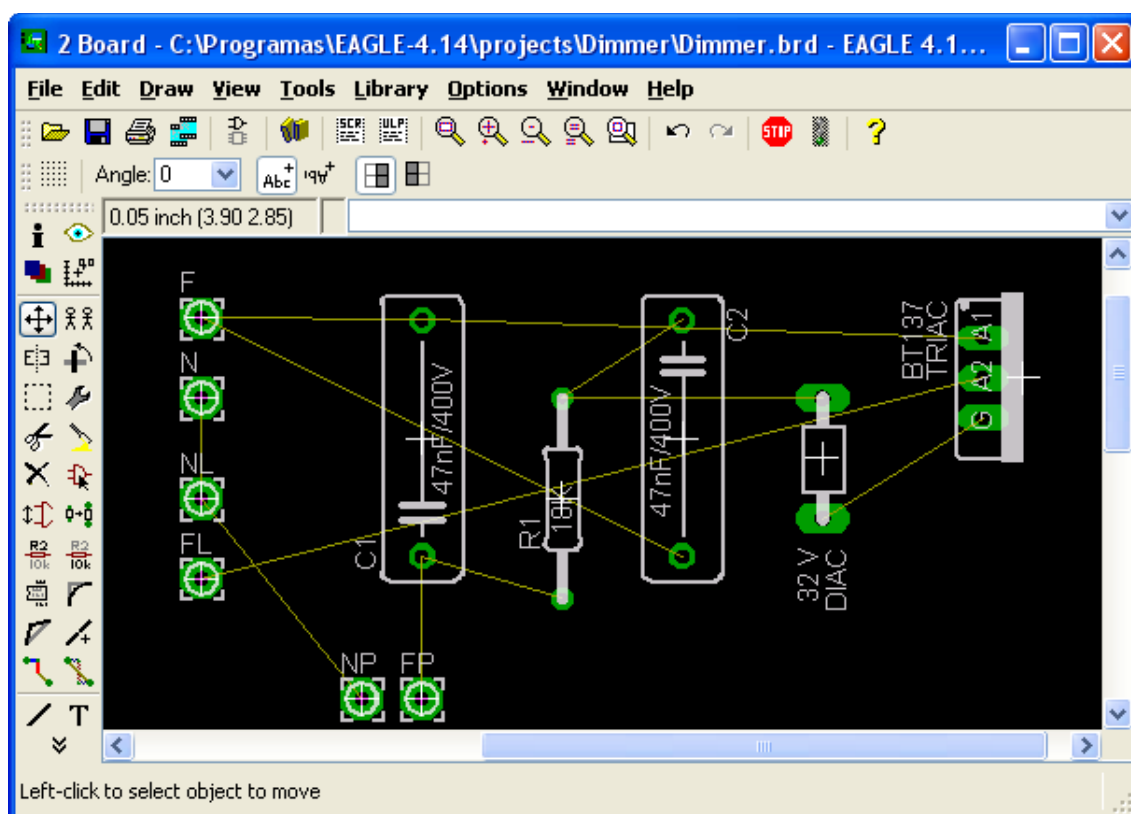
Posicione os componentes conforme a sua preferência e conveniência com o projecto. Durante a movimentação do componente pode girá-lo utilizando o botão direito do rato, de modo a encontrar uma posição mais favorável à passagem das pistas.

**NOTA:** Quando se inicia o desenho do circuito impresso a partir do esquema, o programa não permite a inclusão de novos componentes nem de ligações eléctricas que não figurem no esquemático, para desta forma se manter a consistência entre eles.



Clicando no seguinte ícone poderá, se necessário, aceder ao esquemático correspondente.

Uma primeira apresentação seria a seguinte (pode tentar outras possibilidades).



Observe que o triac foi posicionado com sua face metálica “para fora” da PCI, em função da possível montagem de um dissipador de calor.

Após mover os componentes, execute o comando “Ratsnest” para



organizar as pistas de referência. Verifique o layout quanto à necessidade de mais ajustes, tais como rodar ou mover algum componente para facilitar a passagem das pistas.

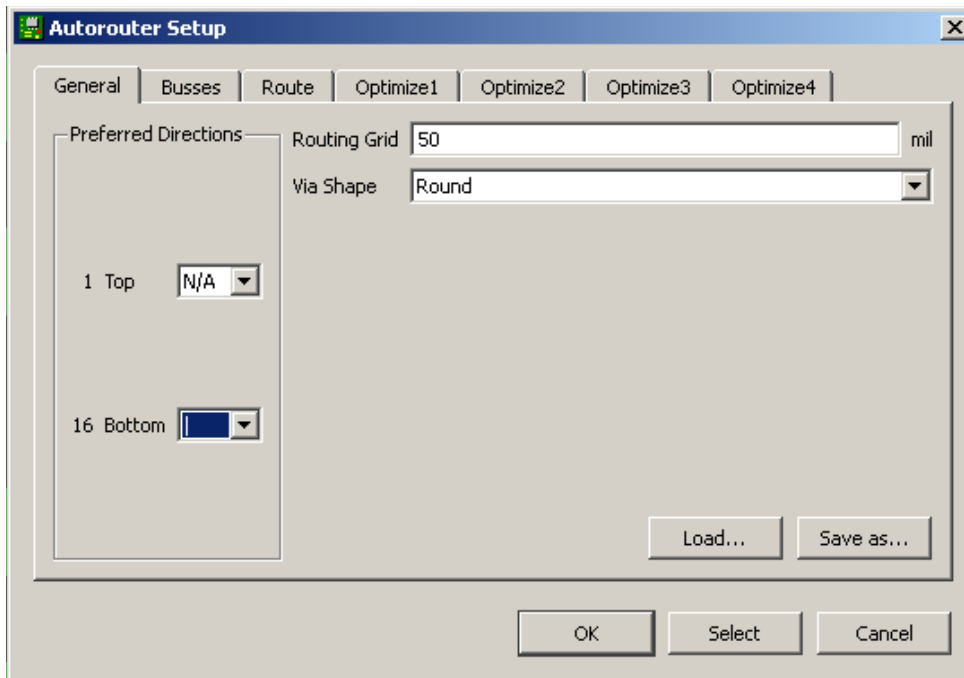
Verifique a existência de erros que possam comprometer a PCI utilizando os comandos Tools>> “**ERC**” e “**Errors**”, ou clique nos ícones.



Se não houver nenhuma indicação de erro vamos gerar as pistas automaticamente, indo a “**Tools**”>> “**Auto**”<sup>3</sup> ou clique no ícone (Autowire setup), na opção **General** mude a opção disponível em “**Preferred Directions**” no item “**1 Top**” para **N/A** (não aplicável) e pressione o botão OK.



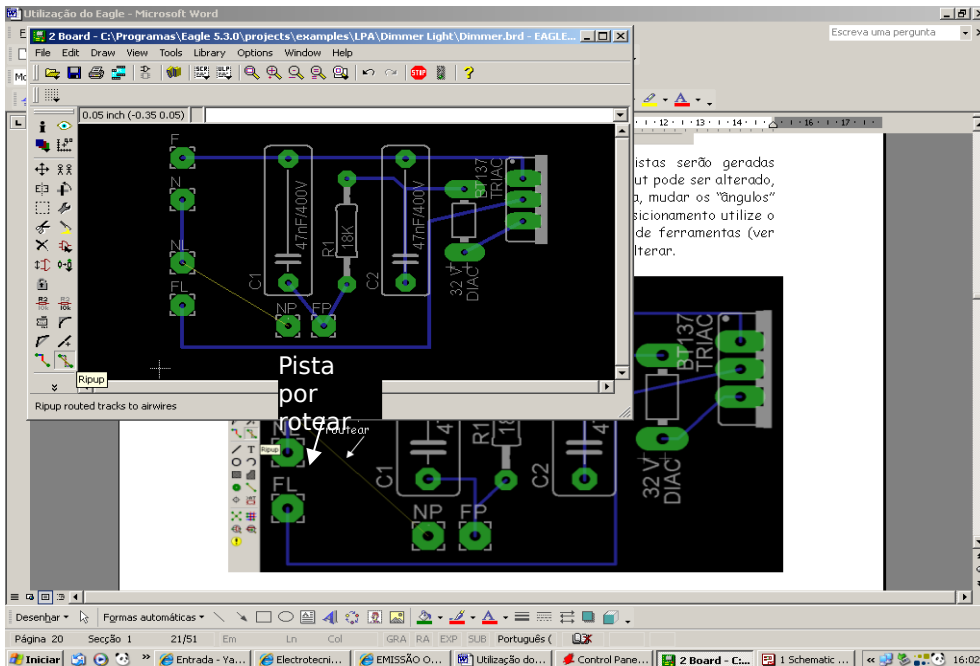
<sup>3</sup> Se pretender traçar as pistas manualmente, clique no ícone “**Route**”, que se encontra na barra de ferramentas, e clique com o rato numa extremidade de um componente e deslize o rato segundo o traçado que pretende até ao próximo terminal, onde voltamos a clicar. Repita as operações para o restante traçado.



**Top:**  
Lado de cima da placa (lado dos componentes).

**Bottom:**  
Lado de baixo da placa (lado da solda)

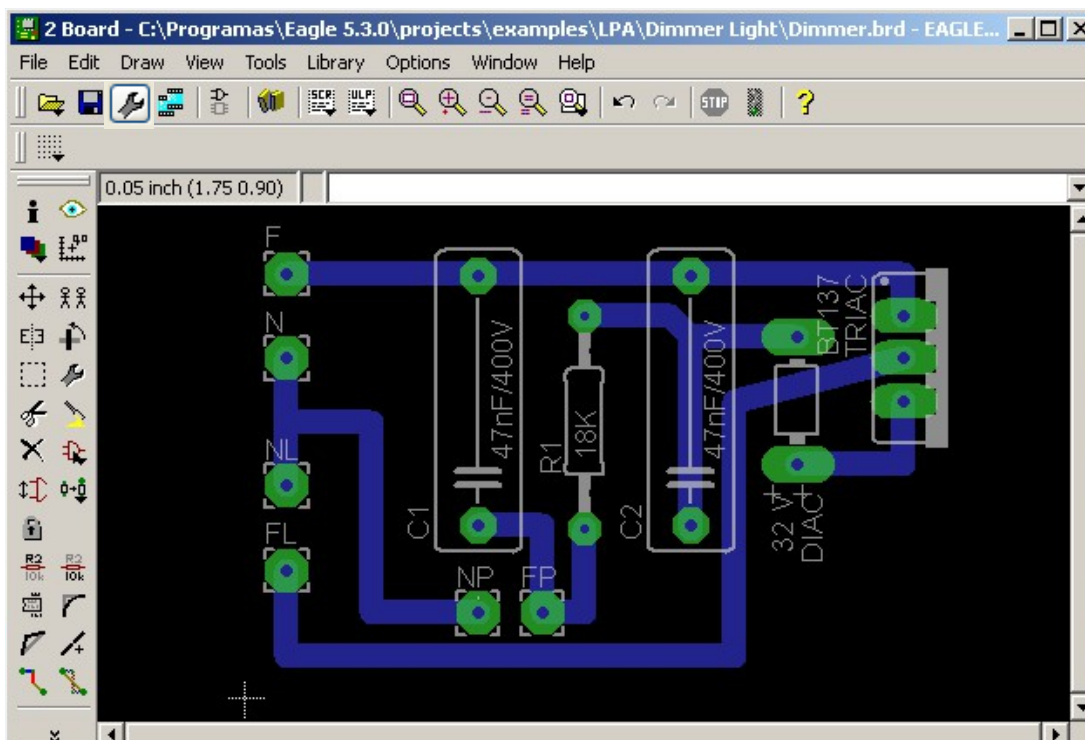
Conforme a disposição dos componentes adoptada, as pistas serão geradas automaticamente, resultando num layout preliminar. Este layout pode ser alterado, de modo a se organizarem as pistas da forma mais adequada, mudar os “ângulos” utilizados, etc. Para desfazer o roteamento sem perder o posicionamento utilize o menu **Edit** e o comando **Ripup** ou o ícone (Ripup) da barra de ferramentas (ver figura) e clique sobre os segmentos das pistas que pretende alterar.



Pista por rotear

gora  
rio.

O resultado destas alterações pode ser visto na imagem seguinte.



Se considerar que as pistas são muito finas, poderá alterar a sua espessura com o ícone Change / Width, seleccionando a espessura desejada.

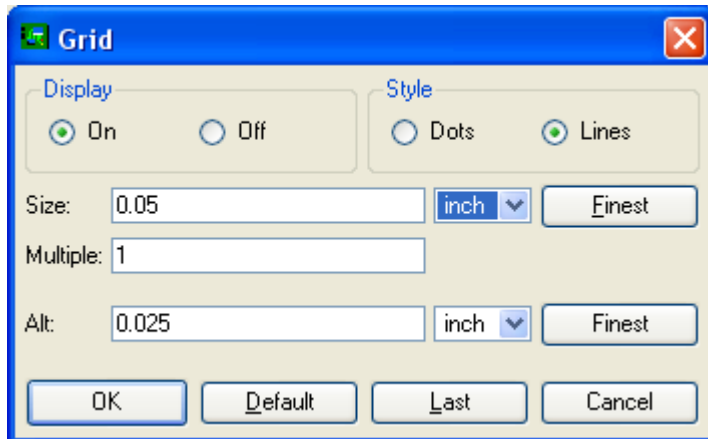
Seguidamente, é necessário clicar nas pistas para alterar a sua espessura.

**Nota:** Todas as alterações feitas no esquema serão aplicadas automaticamente na placa. No caso da inclusão de novos componentes no esquema serão estes colocados fora da área da placa para serem posteriormente posicionados por nós no seu interior.

## Um exemplo: Dimmer light - Furos de fixação

Agora que o layout está pronto, vamos finalizar a PCI seleccionando os locais para os furos de fixação e definindo o contorno para o recorte da placa de circuito impresso.

Para facilitar o posicionamento active a grelha através do comando "**View**" >> "**Grid**". Selecciona **On** para ver a grelha. Selecciona o tipo de grelha: pontos (**Dot**) ou linhas (**Lines**).



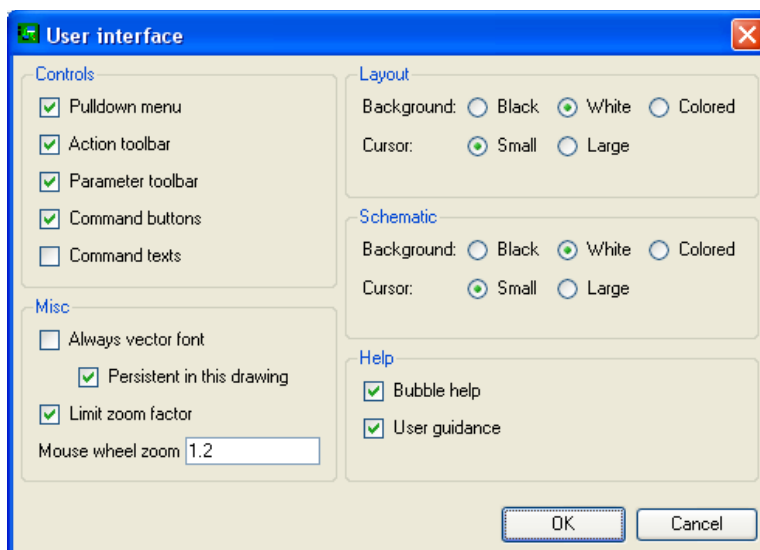
Nota:

1 **inch** (polegada)  $\Leftrightarrow$  2,54 cm

0,05 **inch** (polegadas)  $\Leftrightarrow$  50 **mil** (milésimas de polegada).

0,05 **inch** (polegada)  $\Leftrightarrow$  1,27 **mm**  $\Leftrightarrow$  1270 **mic** (milésimas de milímetro).

Caso o fundo (background) esteja preto, mude-o para branco. Para efectuar esta alteração no fundo, seleccione o menu **Options**>>**User Interface** e faça a mudança. Deixe o fundo (background) branco.



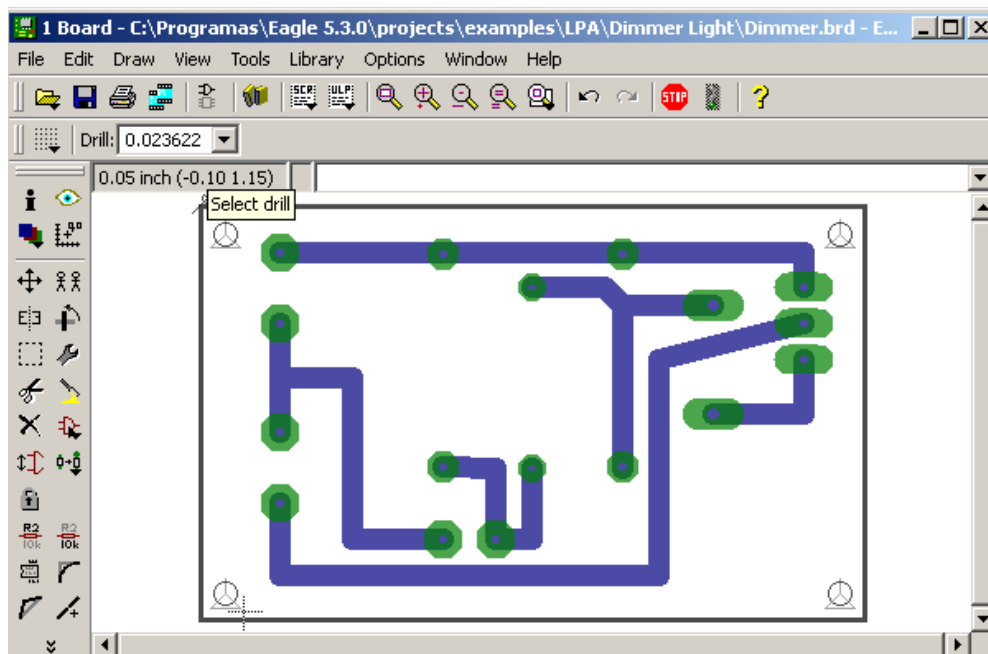
Para marcar os locais de furação seleccione o menu "**Draw**">> "**Hole**" ou clique em



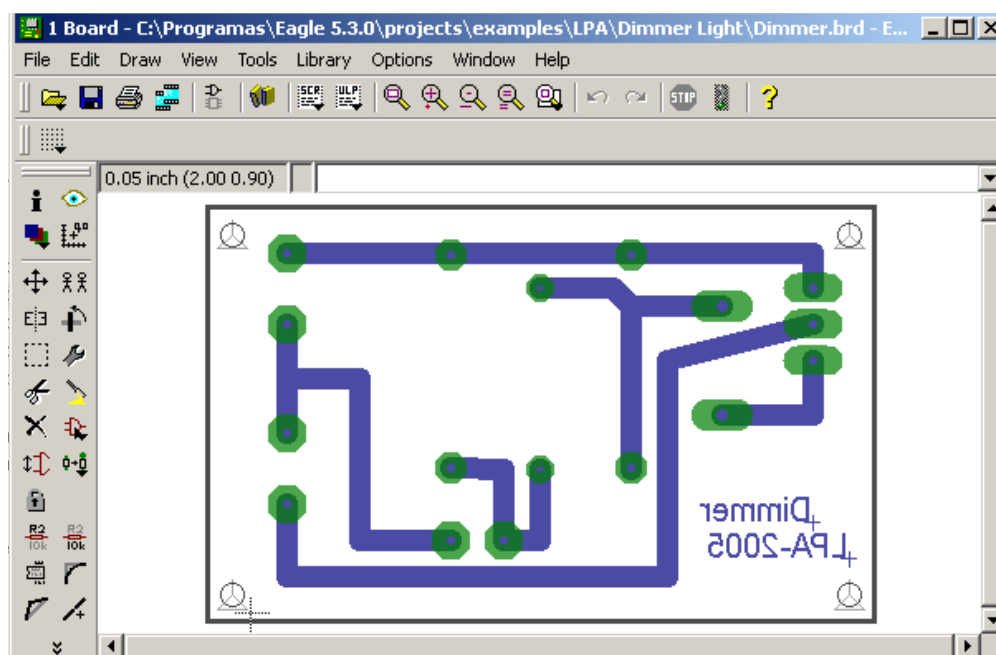
Após essa selecção, aparecerá um menu PopUp, **Drill**, onde poderá escolher o diâmetro do furo.

Posicione os quatro pontos para furação da placa.

Lembre-se que estes pontos serão usados apenas como guia de furação e posteriormente, utilizando-se uma broca de 3mm, deverão desaparecer da placa.



O passo seguinte é o de ajustar os bordos da placa de circuito impresso. Para isso podemos seleccionar o comando “**Move**” e clicando sobre os cantos da linha de contorno deslocá-la até à posição desejada. Neste exemplo não nos preocupamos com as dimensões mecânicas e outros parâmetros referentes à caixa de montagem. Com a ferramenta “**Text**” pode-se adicionar o texto desejado, facilitando a identificação do projecto





## Um exemplo: Dimmer light - Impressão

A última etapa consiste na impressão do circuito, seja para a documentação do projecto ou para o fabrico da PCI.

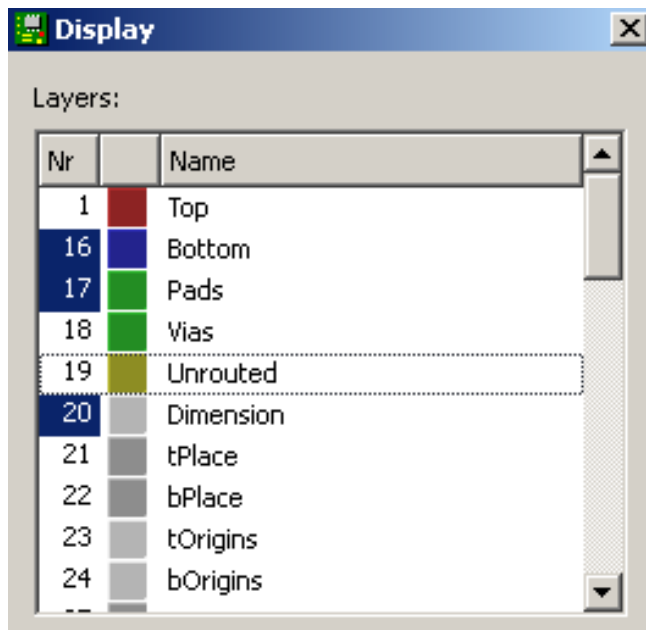
Antes de imprimir é aconselhável que se desactivem temporariamente as camadas (layers) indesejadas. Deste modo, podemos imprimir apenas as ilhas e pistas (para o fabrico da PCI) ou apenas a serigrafia e as ilhas (para a documentação do projecto).

Para isso utilizamos os comandos **View>> Display/Hide Layers** ou o ícone

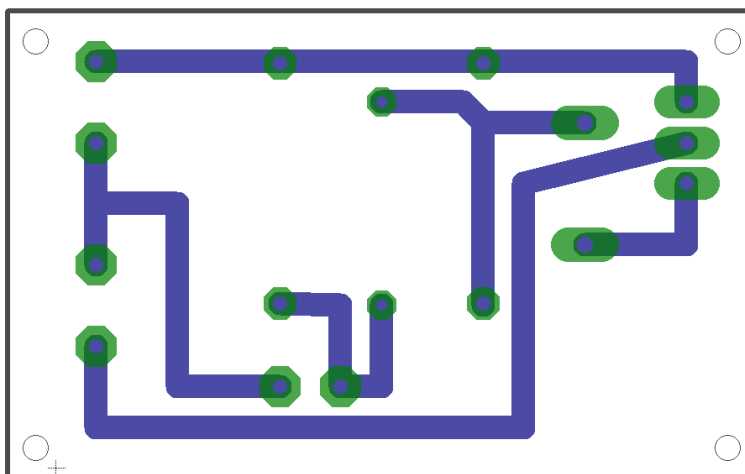


(ver anexo 2).

Na janela que surge, clique sobre o número da layer para desactivá-la (branco) ou activá-lo (azul) conforme pretendido.



Na janela está seleccionada a camada **Bottom** (pistas de cobre) **Pads** (ilhas) e **Dimension** (contorno da placa) para serem visíveis. Obtemos o seguinte resultado:

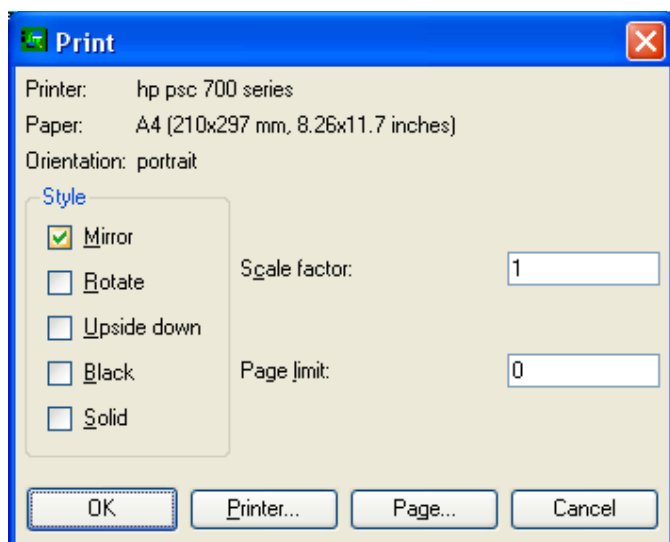


Esta será a impressão a ser utilizada na folha de acetato, pois temos apenas os elementos que devem aparecer na face cobreada a ser corroída.

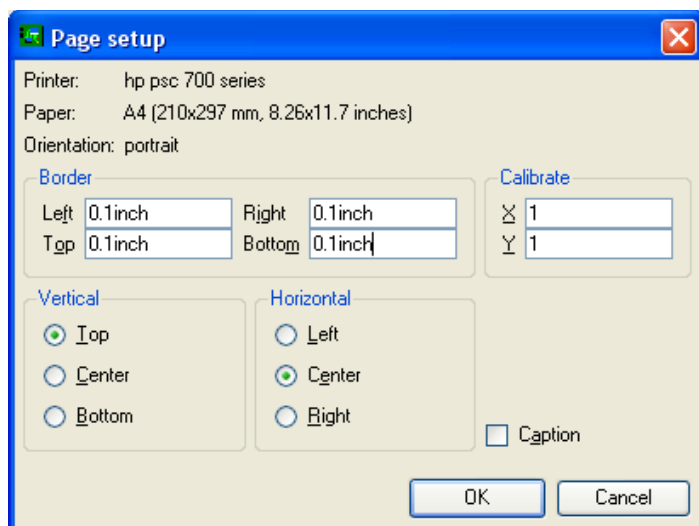
Porém existe um detalhe muito importante, pois no Eagle a visão que temos da PCI corresponde à sua vista superior, olhando-se através da face de

componentes, ou seja, estamos a visualizar as pistas e ilhas como se a placa de circuito impresso fosse totalmente transparente. Isto significa que a impressão desta vista deve ser feita de modo “espelhado”.

Para isso, ao seleccionar os comandos **File>> Print** deve certificar-se que a opção **Mirror** esteja assinalada antes de prosseguir.



Nesta janela também podemos alterar alguns parâmetros na opção “Page”. Com as alterações indicadas abaixo, pode posicionar a impressão em qualquer parte da página permitindo um melhor aproveitamento do papel.



No exemplo da figura ao lado a impressão seria feita na parte superior da folha (Top) e no centro da mesma (Center)

Uma vez que estas características podem variar conforme o tipo de impressora utilizada, antes de imprimir em acetato próprio para impressora faça alguns testes de impressão em papel comum e ajuste os parâmetros conforme a impressora disponível.

## ANEXO 1 - Library

Library	Content
19INCH	Eurocards with VG connectors
40XX	CMOS 40xx-Series CMOS Logic,
40XXSMD	Same as above, but with SMD packages
41XX1	CMOS 41xx-Series CMOS Logic,
41XXSMD	Same as above, but with SMD packages
45XX4	CMOS 45xx-Series CMOS Logic,
45XXSMD	Same as above, but with SMD packages
74XX11	TTL 74xx-Series TTL Logic,
74XXSMD	Same as above, but with SMD packages
751XX3	TTL 75xx-Series TTL Logic,
751XXSMD	Same as above, but with SMD packages
ACL8	Texas Inst. ACL Logic,
BATTERY	Lithium batteries, NC accumulators
BURR53	Burr-Brown components
BUSBAR	Schroff bus bars
BUZZER	Buzzers, SMD
CAP	Capacitors
CAP-FE	Interference suppression capacitors
CAP-TANT	Tantal capacitors
CAP-WI	Capacitors from WIMA
CON-DIL	DIL connectors for ribbon cables
CON-LSTA	Pinhead connectors, female
CON-LSTB	Pinhead connectors, male
CON-ML	ML connectors
CON-MSF	MSF connectors, grid 2.5mm
CON-MT	MT connectors from AMP
CON-MT6	MT6 crimp connectors from AMP
CON-RIB	Ribbon cables 2.8 / 4.8 / 6.3mm
CON-VG	VG connectors from HARTING
CONNSIMM	SIMM connectors from AMP
CONQUICK	Quick connectors from AMP
DC-DC	DC-DC converters
DEMO	Demo library
DIL	DIL packages, Octagon 63 Mil/drill 32 Mil
DIL-E	DIL packages, YLongOct
DILSWTSCH	DIL switches, encoder switches
DIODE	Diodes
DISCRETE	Discrete components (R,C...)
DISP-HP	Display components from HP
DISP-LCD	LCD's from DATA MODUL
DRAM	DRAM's from Motorola
ECL	ECL components from Texas Instr. and Motorola
EXAR	Exar components
FET	FET's
FIB-HP	Fiber optic components, HP
FIB-SI	Fiber optic components, Siemens
FIFO	FIFO components
FRAMES	Drawing frames for schematics
FUJITSU	Fujitsu
FUSE	Fuses
HARRIS	Microprocessor products from Harris
HEATSINK	Heatsinks

HIRSCHM	Hirschmann diodes; LS, Scart connectors etc.
HOLES	Assembly holes
IC	DIL packages, Octagon 55 Mil
IDTCMOS	IDT products
IND -A69	Inductors, Trafo ETD29
IND-B39	Ferrite cores, Siemens
INTEL	Microprocessor products from Intel
INTELPLD	PLD's from Intel
JUMPER	Bridges for single layer boards, SMD sold.
JUMPS	Jumpers and jumper connectors
KEY	Keys from RAFI and ITT
KEYOMRON	OMRON keys
LED	LED's
LINEAR	Analog components
M68000	68000 family components
MARKS	Crop marks, reference marks
MAXIM	MAXIM components
MEMHITCH	Hitachi memory components
MEMNEC	NEC memory components
MEMORY	Generic memory components
MOTOROLA	Motorola microprocessor products
NPN	NPN transistors
OPTO-TRA	Opto transistors from Siemens
OPTOCPL	Opto couplers
PAL	Monolithic Memories
PHO500	PHOENIX clamp connectors
PHO508A	PHOENIX clamp connectors
PHO508B	PHOENIX clamp connectors
PHO508C	PHOENIX clamp connectors
PHO508D	PHOENIX clamp connectors
PHO508E	PHOENIX clamp connectors
PIC	Microchip PIC controllers
PINH-H	Pinhead connectors with lever, horizontal
PINH-V	Pinhead connectors with lever, vertical
PINHEAD	Pinhead connectors
PLCCPACK	PLCC packages
PNP	PNP transistors
POLCAP	Polarized capacitors
PTC-NTC	PTC's and NTC's
PTR500	PTR clamp connectors
QUARTZ	Quartzes, generators, SMD
R	Resistors
R-DIL	Resistor networks, DIL
R-PWR	Power resistors
R-SIL	Resistor networks, SIL
RECTIF	Rectifier bridges
RELAIS	Relays
RIBCON	PC board connectors
RIBCON4	4-row pc board connectors
SIEMENS	Siemens components
SMD	SMD packages
SMD-IC	SMD packages
SMD-SPC	SMD packages
SOLPAD	Soldering pads
SPECIAL	Special devices, transformer, fuse, lamp, etc.
SRAM	Static RAM's from Motorola
SUBD-A	Sub-D connectors, 9 to 37 pins

SUBD-B	Sub-D connectors, 50 pins
SUPPLY1	Supply symbols
SUPPLY2	Supply symbols
SWITCH	Rotary switches, toggle switches
TESTPAD	Test areas, test pins
TRAFO-B	BLOCK transformers
TRAFO-E	ERA transformers
TRAFO-R	Ring core transformers
TRANS-SM	Small power transformers
TRANS-PW	Power Transformers
TRIAC	Thyristors, triacs
TRIMPOT	Trimpots
ULN	ULN ICs
V-REG	Voltage regulators
VARIST	Siemens varistors
WAGO500	WAGO clamp connectors, grid 5.00mm
WAGO508	WAGO clamp connectors, grid 5.08mm
WIREPAD	Pads for connecting wires
WSIPSD	WSI components
ZILOG	Zilog components

## ANEXO 2 - Layers

Os desenhos do Eagle contêm objectos em camadas (layers) diferentes.

### Predefined EAGLE Layers

#### Layout

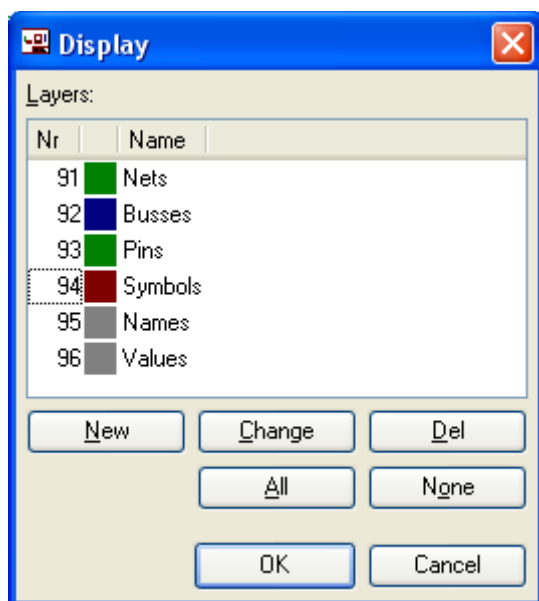
---

1 Top Tracks, top side	<i>Pistas do lado de cima da placa.</i>
2 Route2 Inner layer (signal or supply)	<i>Camadas intermédias existentes em placas de circuito impresso do tipo multicamadas.</i>
3 Route3 Inner layer (signal or supply)	
4 Route4 Inner layer (signal or supply)	
5 Route5 Inner layer (signal or supply)	
6 Route6 Inner layer (signal or supply)	
7 Route7 Inner layer (signal or supply)	
8 Route8 Inner layer (signal or supply)	
9 Route9 Inner layer (signal or supply)	
10 Route10 Inner layer (signal or supply)	
11 Route11 Inner layer (signal or supply)	
12 Route12 Inner layer (signal or supply)	<i>Pistas do lado de baixo da placa.</i>
13 Route13 Inner layer (signal or supply)	
14 Route14 Inner layer (signal or supply)	
15 Route15 Inner layer (signal or supply)	
16 Bottom Tracks, bottom side	<i>Ilhas para a soldagem dos componentes.</i>
17 Pads Pads (through-hole)	<i>Furo para passagem da pista para outra camada.</i>
18 Vias Vias (through-hole)	<i>Ligações não "routeadas".</i>
19 Unrouted Airwires (rubberbands)	<i>Limites da placa e furos de fixação.</i>
20 Dimension Board outlines (circles for holes)	
21 tPlace Silk screen, top side	
22 bPlace Silk screen, bottom side	
23 tOrigins Origins, top side	
24 bOrigins Origins, bottom side	
25 tNames Service print, top side	
26 bNames Service print, bottom side	
27 tValues Component VALUE, top side	
28 bValues Component VALUE, bottom side	
29 tStop Solder stop mask, top side	
30 bStop Solder stop mask, bottom side	
31 tCream Solder cream, top side	
32 bCream Solder cream, bottom side	
33 tFinish Finish, top side	
34 bFinish Finish, bottom side	
35 tGlue Glue mask, top side	
36 bGlue Glue mask, bottom side	
37 tTest Test and adjustment inf., top side	
38 bTest Test and adjustment inf. bottom side	
39 tKeepout Nogo areas for components, top side	
40 bKeepout Nogo areas for components, bottom side	
41 tRestrict Nogo areas for tracks, top side	
42 bRestrict Nogo areas for tracks, bottom side	
43 vRestrict Nogo areas for via-holes	
44 Drills Conducting through-holes	

45 Holes Non-conducting holes  
46 Milling Milling  
47 Measures Measures  
48 Document General documentation  
49 Reference Reference marks  
51 tDocu Part documentation, top side  
52 bDocu Part documentation, bottom side

## Schematic

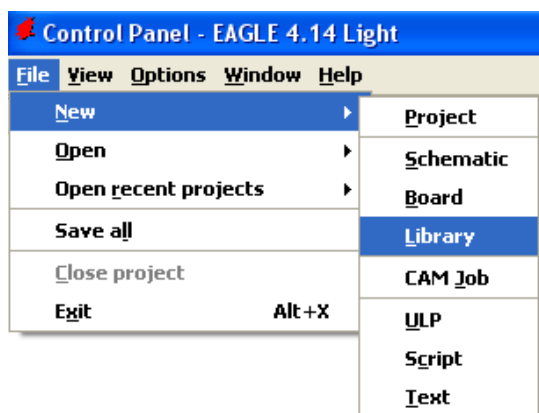
---



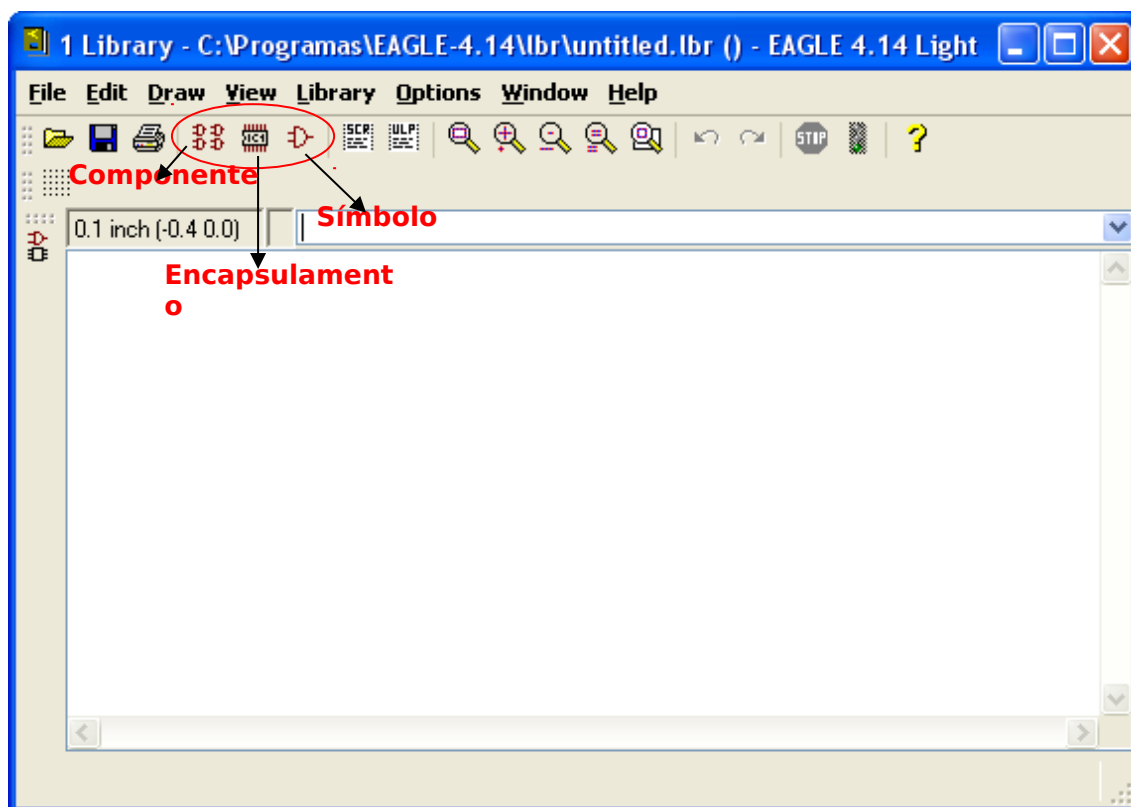
91 Nets - Nets  
92 Busses - Buses  
93 Pins - Connection points for component symbols with additional information  
94 Symbols - Shapes of component symbols  
95 Names - Names of component symbols  
96 Values - Values/component types

## ANEXO 3 - Criar bibliotecas de componentes

Para criar uma nova biblioteca de componentes deve-se seleccionar no painel de controlo inicial do programa o menu **File >> New >> Library**.



Surgirá a seguinte janela:



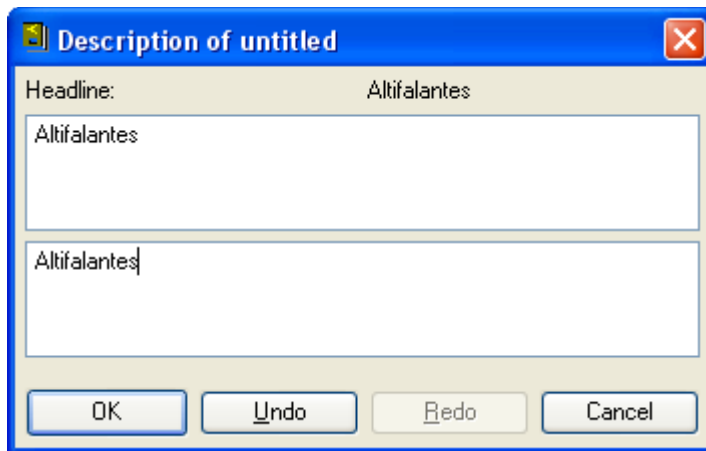
Existem três elementos básicos que devem ser considerados quando se cria um novo componente dentro de uma biblioteca: O símbolo (**SYMBOL**), o encapsulamento (**PACKAGE**) e o componente (**DEVICE** - que é o componente real, consistindo no símbolo e encapsulamento).

Para criar um novo componente, em 1º lugar cria-se o **símbolo**, em 2º lugar o **encapsulamento** e em 3º lugar o **componente**.



Vamos exemplificar.

Na janela anterior seleccione o menu **Library** e a opção **Description** . Surgirá a seguinte janela:



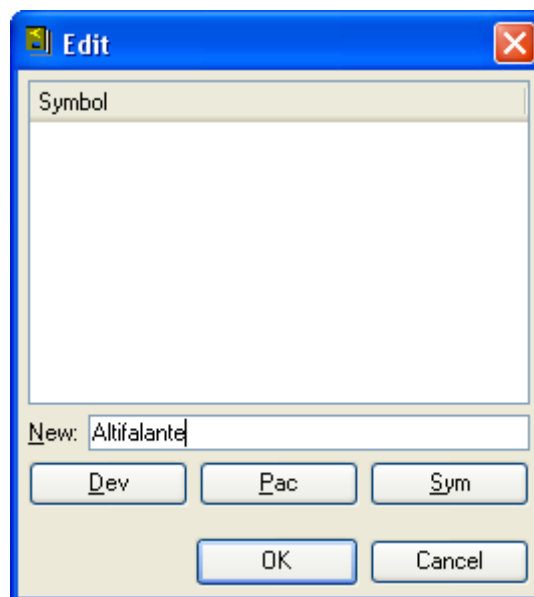
Escreva na parte inferior dessa janela a designação dos componentes que irão constituir essa biblioteca, como indicado na figura ao lado.

É essa descrição que irá surgir quando o utilizador seleccionar a biblioteca através do comando **Add**.

Para criar um novo símbolo na biblioteca seleccione no menu **Library** a opção **Symbol** ou clique sobre o ícone

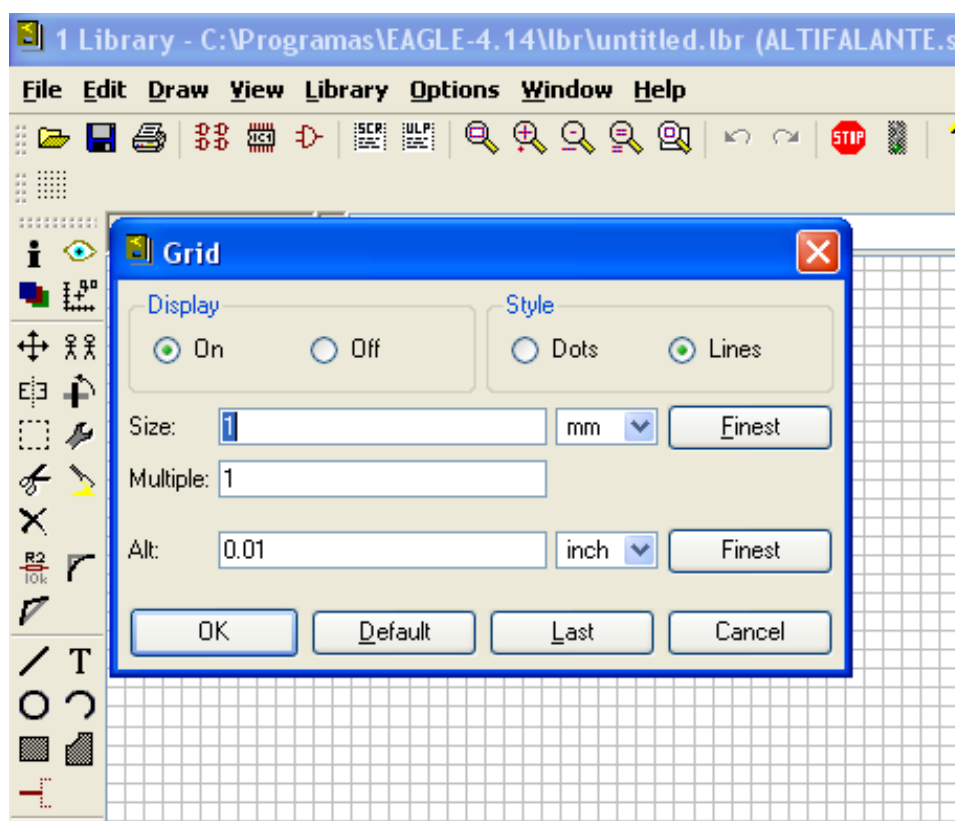


Surgirá a seguinte janela onde deverá escrito o nome do símbolo que vai ser criado.

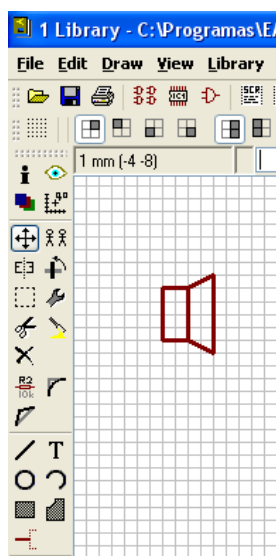


Clicando no botão OK surgirá uma nova janela para se efectuar o desenho do símbolo, usando-se para esse efeito a barra de ferramentas existente no lado esquerdo.

Se a grelha estiver activa (menu **View**, opção **Grid**) fica mais facilitado o desenho do símbolo.

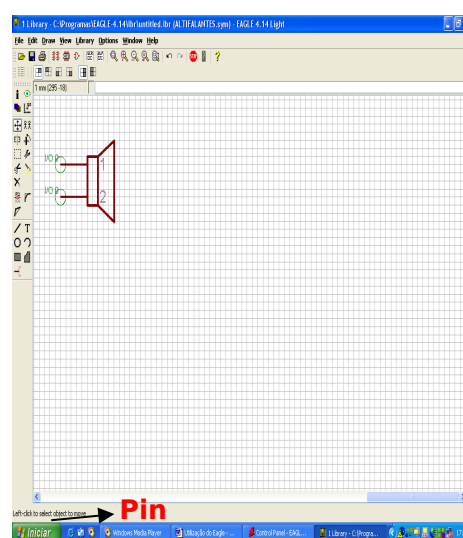


Depois de ser desenhado o símbolo devem-se criar os terminais de ligação.



Para desenhar os pinos de ligação pode-se utilizar o menu **Draw** e a opção **Pin** ou o ícone **Pin** da barra de ferramentas.

Neste desenho tem que ser incluído ainda o rótulo **>NAME** e o rótulo **>VALUE**



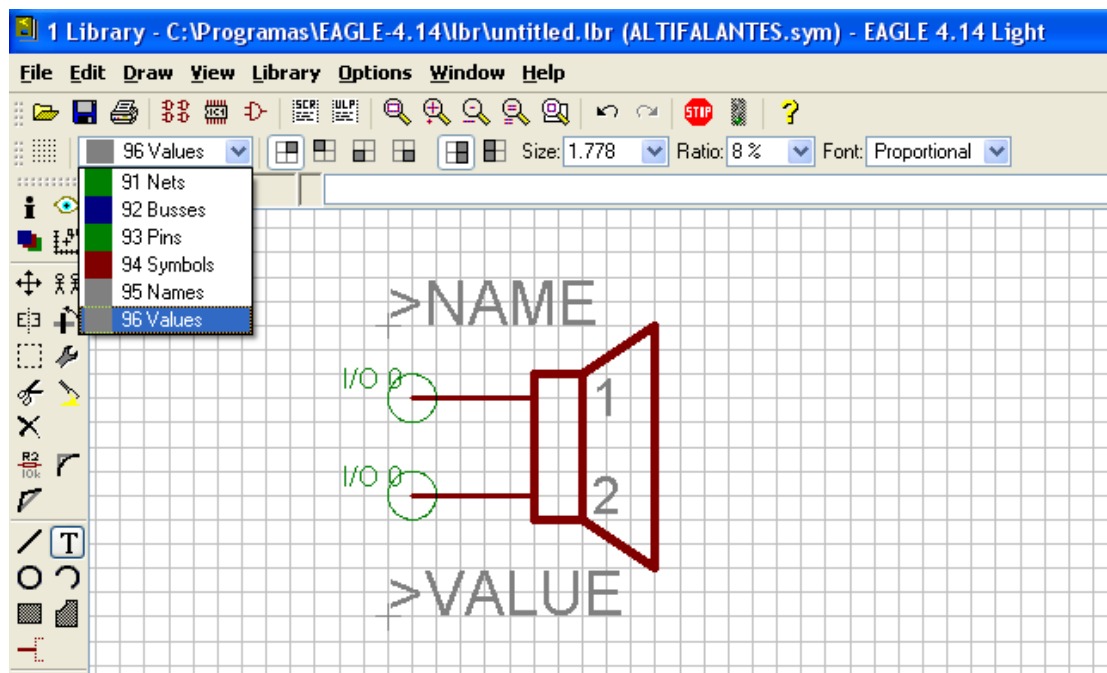
Para inserir o rótulo **>NAME**:

1. Utiliza-se o menu **Draw** e a opção **Text**.
2. Na janela que surge digita-se o texto **>NAME**.
3. Selecciona-se a **Layer 95 Names**.
4. Clicar no local onde se pretende colocar o rótulo.

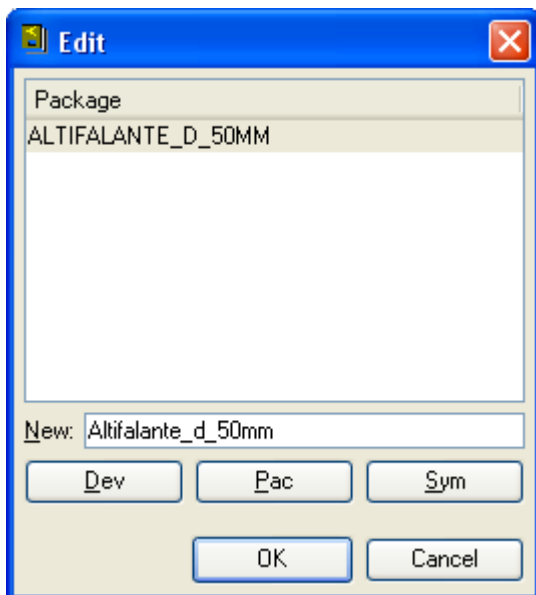
Para inserir o rótulo **>VALUE**:

5. Utiliza-se o menu **Draw** e a opção **Text**.
6. Na janela que surge digita-se o texto **>VALUE**.

7. Selecciona-se a **Layer 96 Values**.
8. Clicar no local onde se pretende colocar o rótulo.

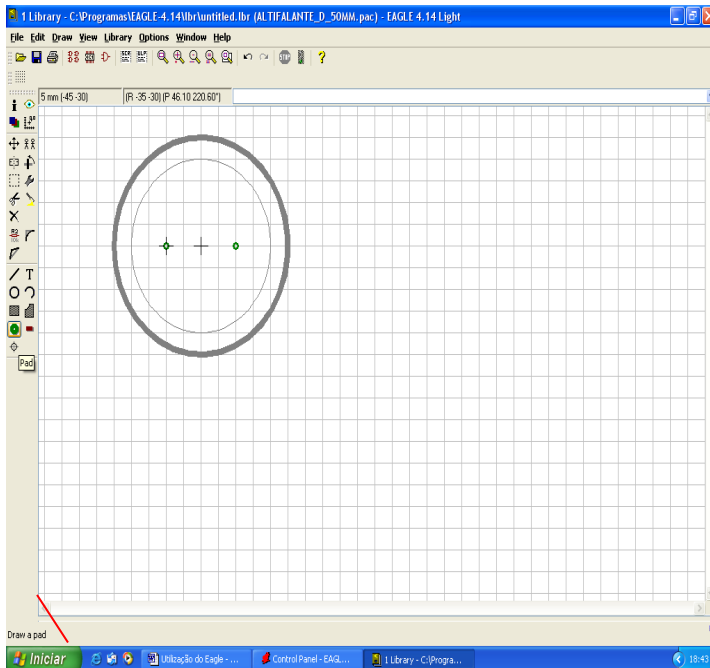


Com o símbolo pronto podemos iniciar o desenho do encapsulamento, utilizando para esse efeito o menu **Library** e a opção **Package** ou usando o ícone



Irá surgir uma janela onde se deverá escrever o nome do encapsulamento a ser criado, como se mostra na figura ao lado.

Na janela que surge desenha-se o encapsulamento utilizando para esse efeito a barra de ferramentas. Para desenhar os terminais de ligação utiliza-se o menu **Draw** e a opção **Pad** ou o ícone **Pad** da barra de ferramentas.



Como no símbolo, no desenho do encapsulamento também devem ser inseridos os rótulos >NAME e >VALUE.

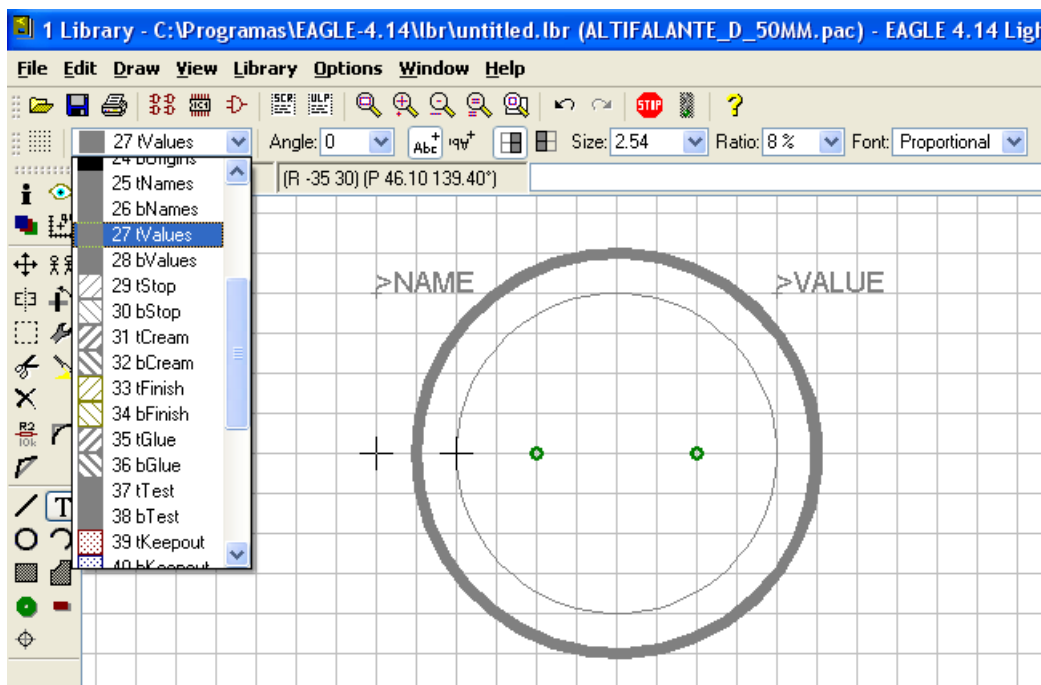
Para inserir o rótulo >NAME:

1. Utiliza-se o menu **Draw** e a opção **Text**.
2. Na janela que surge digita-se o texto **>NAME**.
3. Selecciona-se a **Layer 25 tNames**.
4. Clicar no local onde se pretende colocar o rótulo.

Para inserir o rótulo

>VALUE:

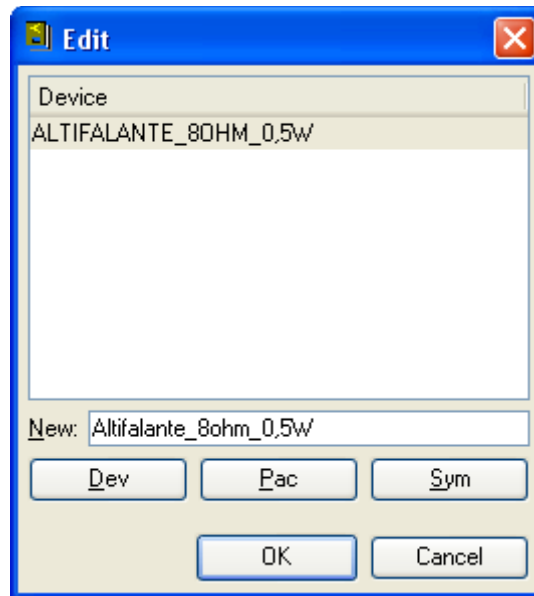
1. Utiliza-se o menu **Draw** e a opção **Text**.
2. Na janela que surge digita-se o texto **>VALUE**.
3. Selecciona-se a **Layer 27 tValues**.
4. Clicar no local onde se pretende colocar o rótulo.



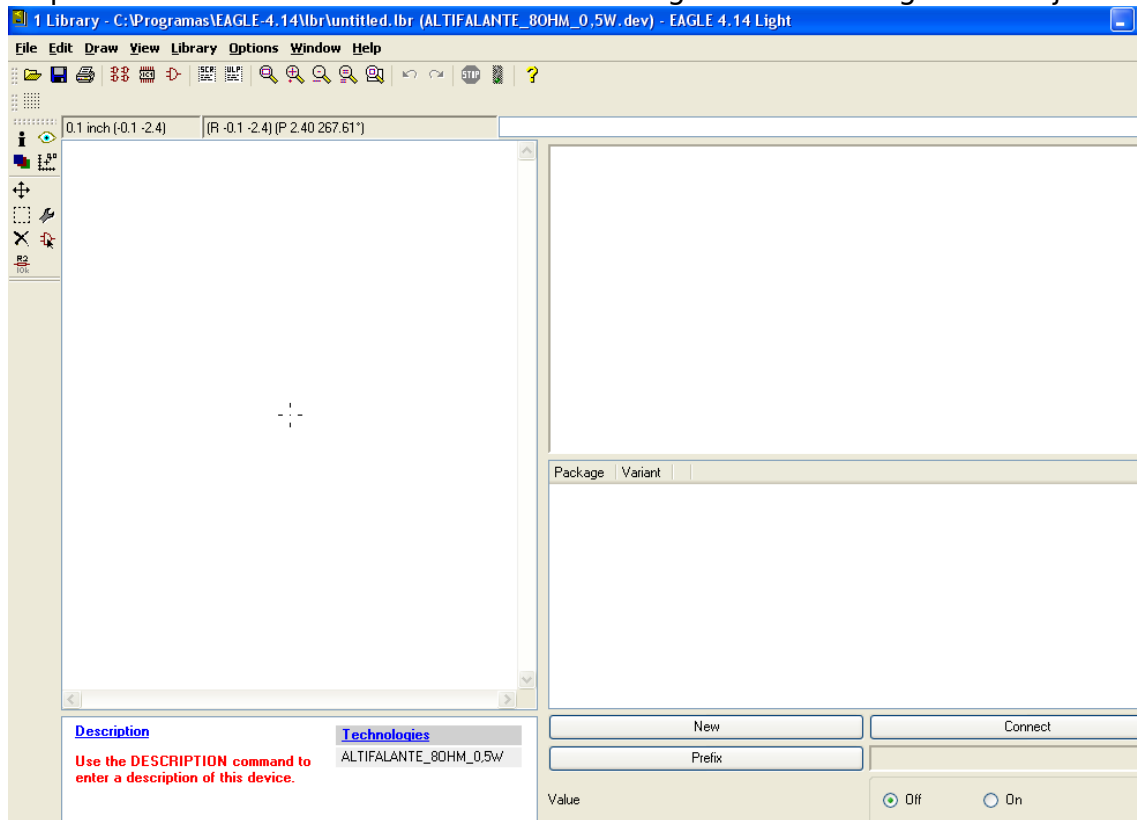
Com o símbolo e o encapsulamento já desenhados podemos agora criar o componente (Device), utilizando para esse efeito o menu **Library** e a opção **Device** ou através do ícone



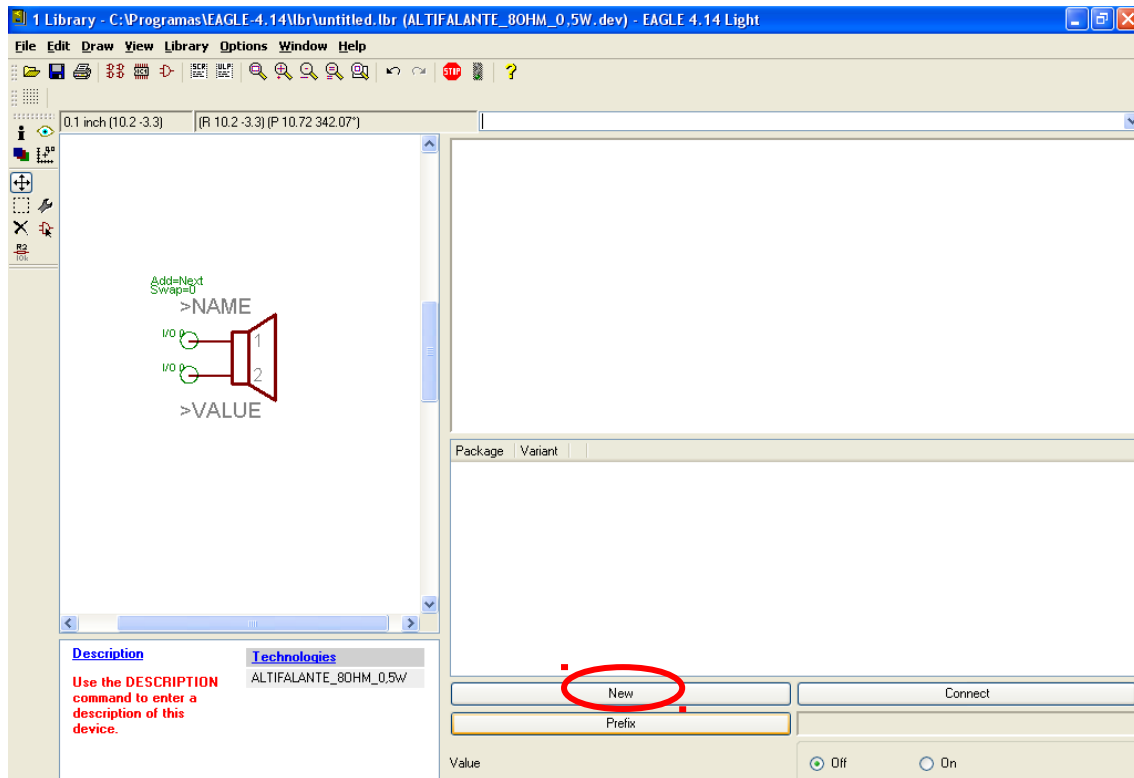
Surgirá uma janela onde se deve escrever o nome do componente a ser criado, como indicado na figura



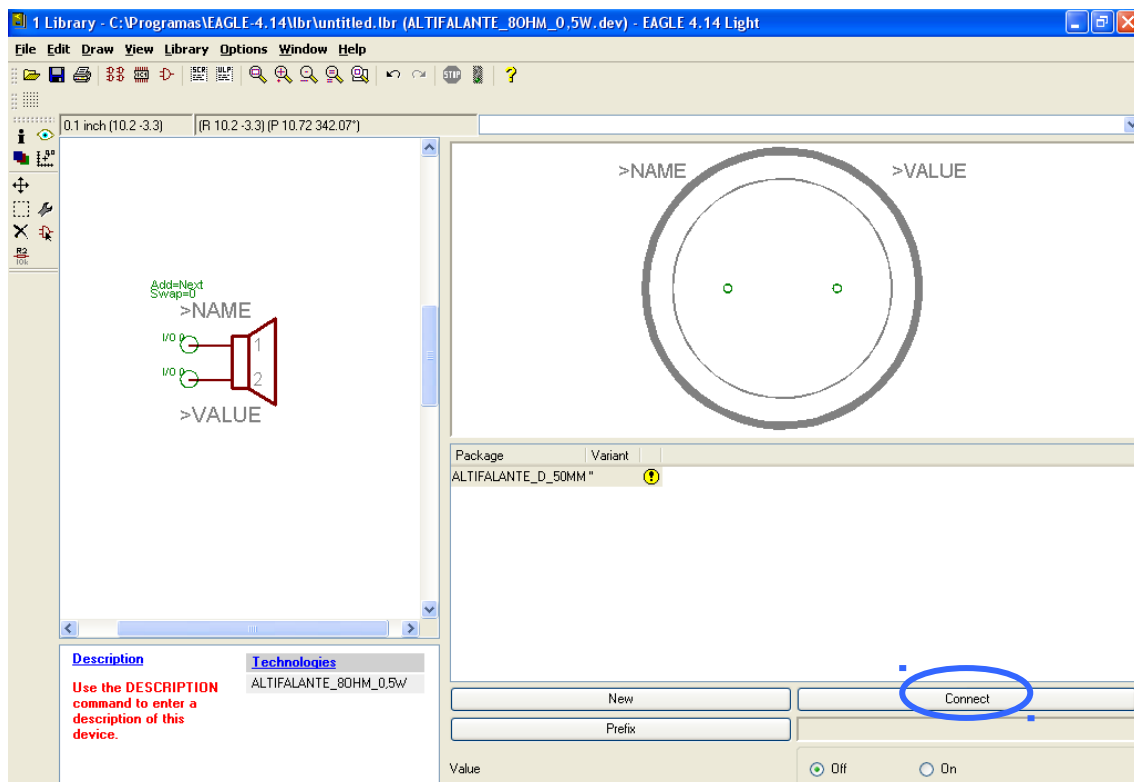
Depois de clicar em OK surgirá a seguinte janela



Primeiro insere-se o símbolo através da menu **Edit** opção **Add** que abrirá uma nova janela onde se escolhe o símbolo a ser inserido.

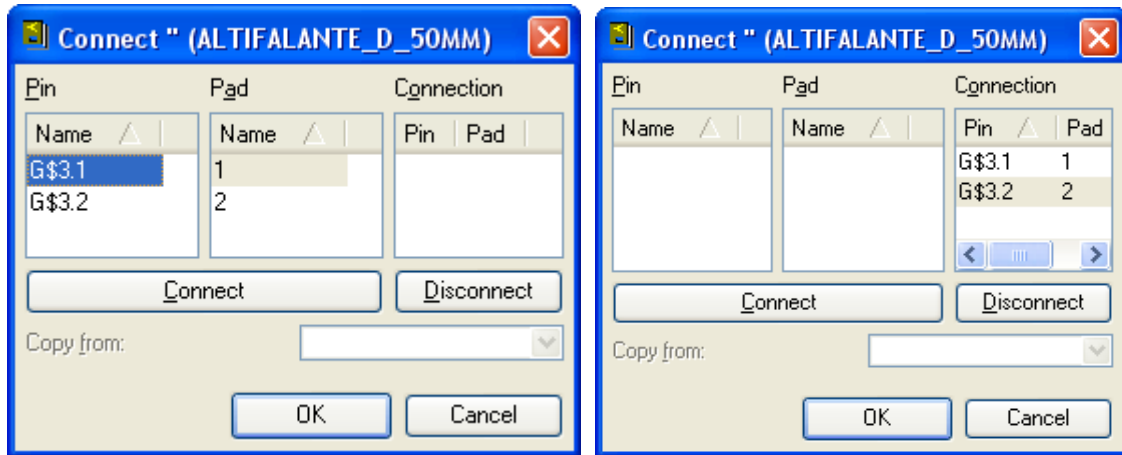


Em segundo lugar vamos inserir o encapsulamento para este símbolo clicando sobre o botão **New** que se encontra na parte inferior direita da janela (indicado com um circulo vermelho, na figura acima).  
 Irá surgir uma janela para a selecção do encapsulamento a ser incluído.



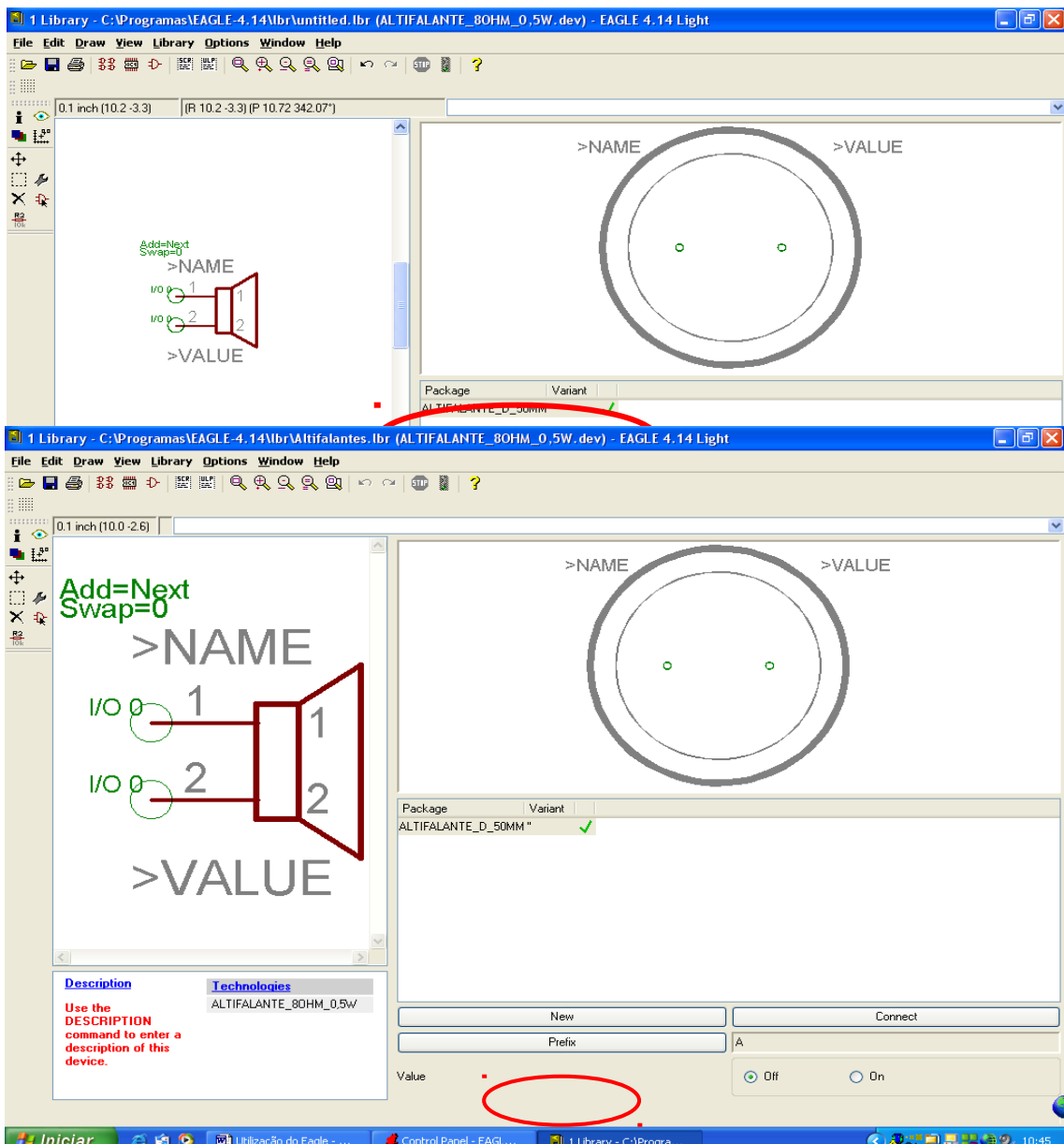
Com o símbolo e o respectivo encapsulamento já seleccionados podemos agora definir a associação dos terminais de ligação do símbolo com os pads do encapsulamento clicando sobre o botão **Connect** (indicado com um circulo azul, na figura acima).

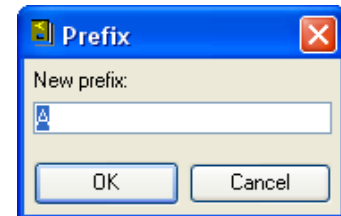
Para fazer a associação dos pinos do símbolo com os pad do encapsulamento basta clicar sobre o botão **Connect** até que todos os pinos estejam associados.



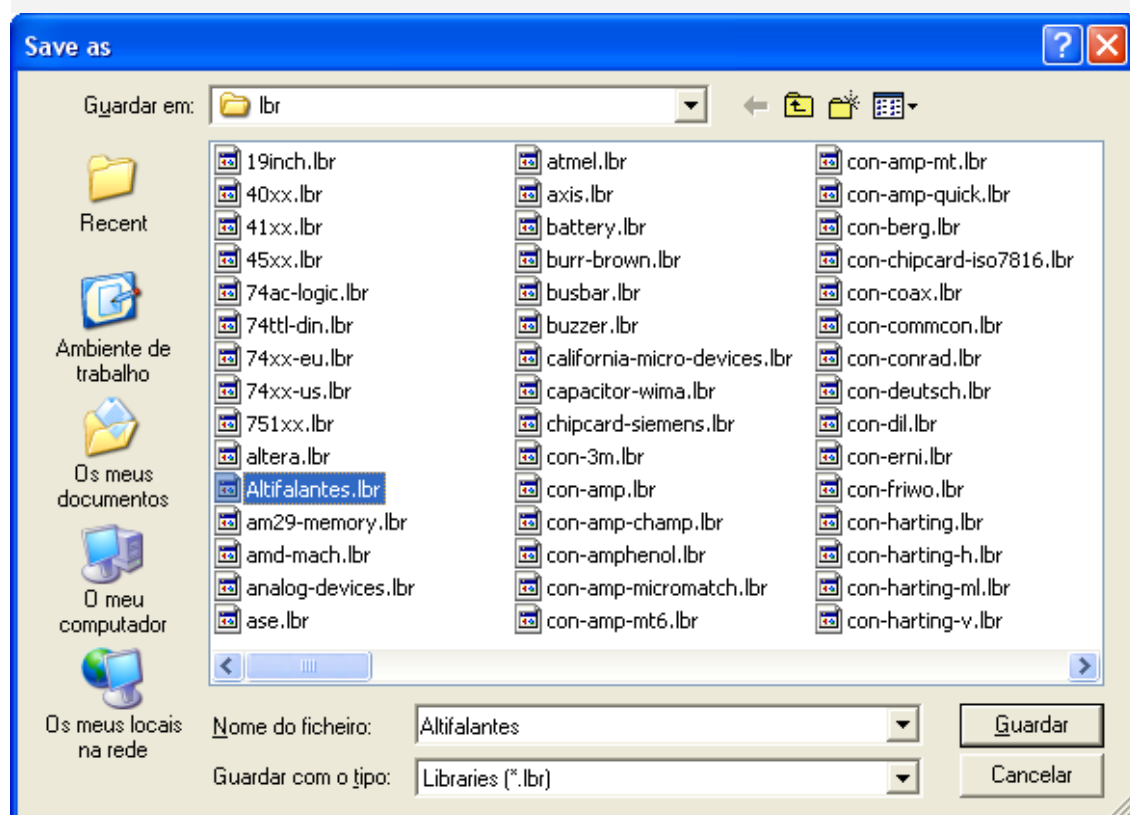
Antes da assoDepois da associação dos terminais (Pin)  
símbolo às lhas do símbolo às lhas (Pad) do  
encapsulamento.

O sinal que surge na janela (identificado pelo círculo vermelho) indica que houve associação dos pinos com os pad.





Agora podemos gravar o novo componente dentro da directoria lbr com o nome Altifalantes.





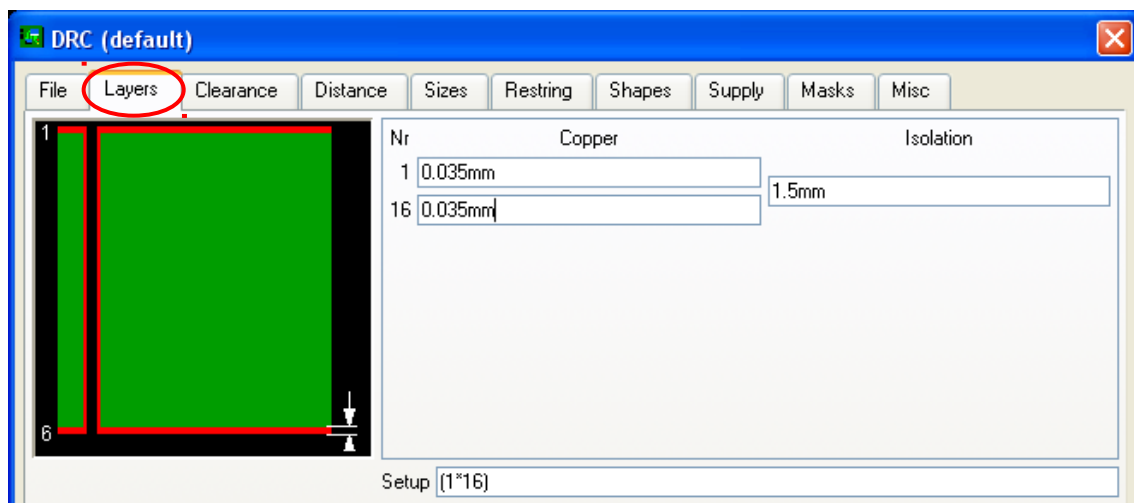
## ANEXO 4 - DRC - Design Rule Check

O DRC é a ferramenta que define as regras de verificação para o roteamento automático, aplicadas na concepção de uma placa.

Podem-se definir diversos parâmetros como:

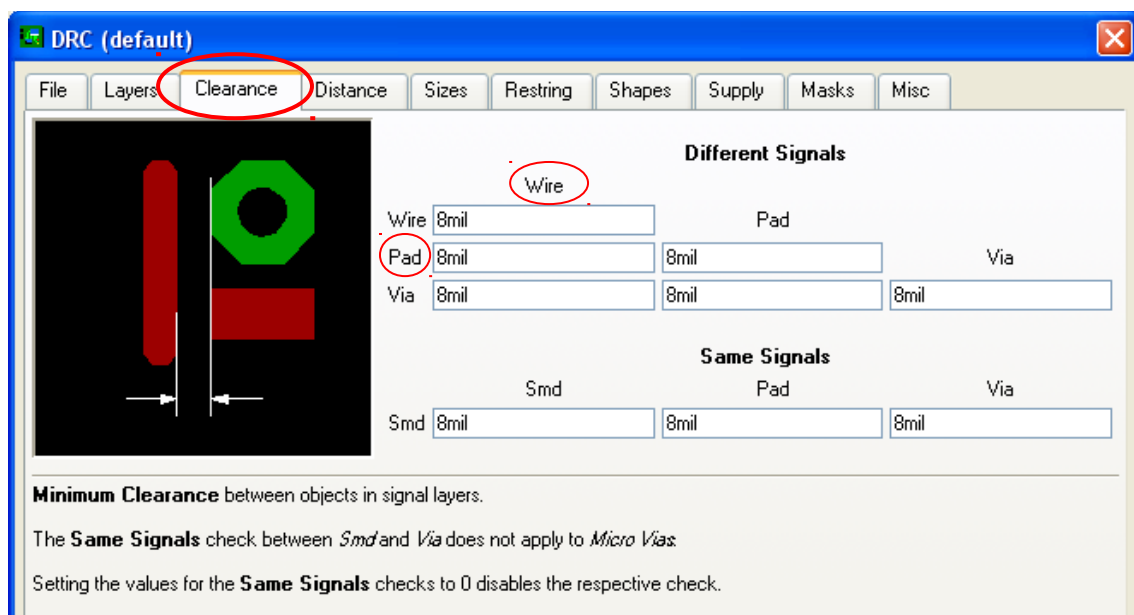
**Layers** permite definir a espessura do cobre da placa (*Copper*) as camadas permitidas para o desenho das pistas (*Setup*) bem como a espessura do isolamento (*Isolation*) entre elas.

No exemplo da figura estamos a visualizar a espessura da face inferior de cobre (0,035mm = 35 microns).



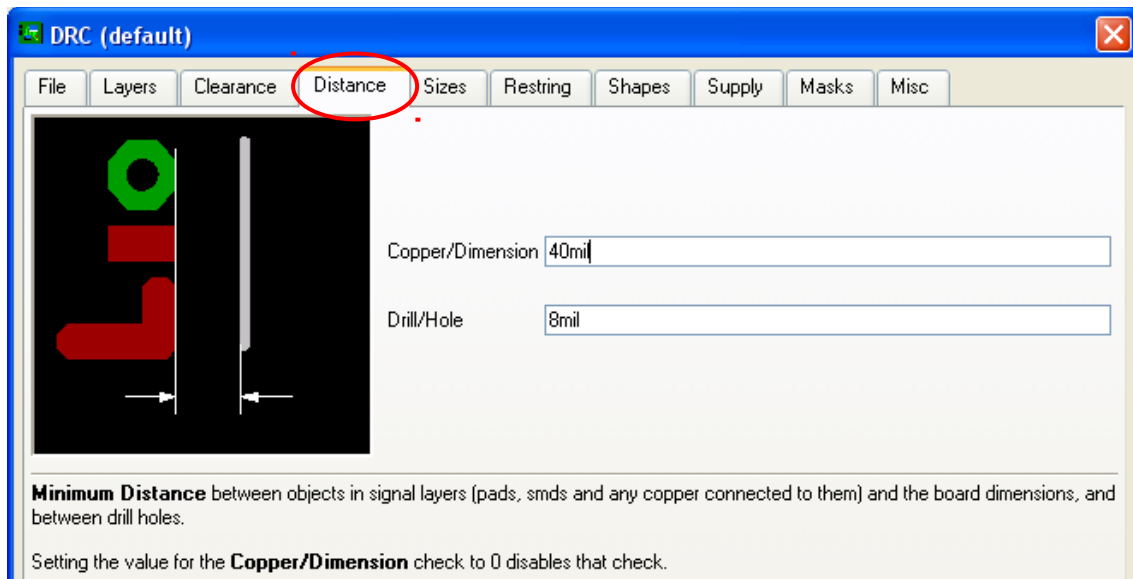
**Clearance** permite definir o espaçamento mínimo entre pistas (*Wire*), entre ilhas (*Pad*), entre vias (*Via*), entre pista a pad, entre pista e via, etc.

No exemplo da figura estamos a visualizar a distância entre a pista e a ilha.

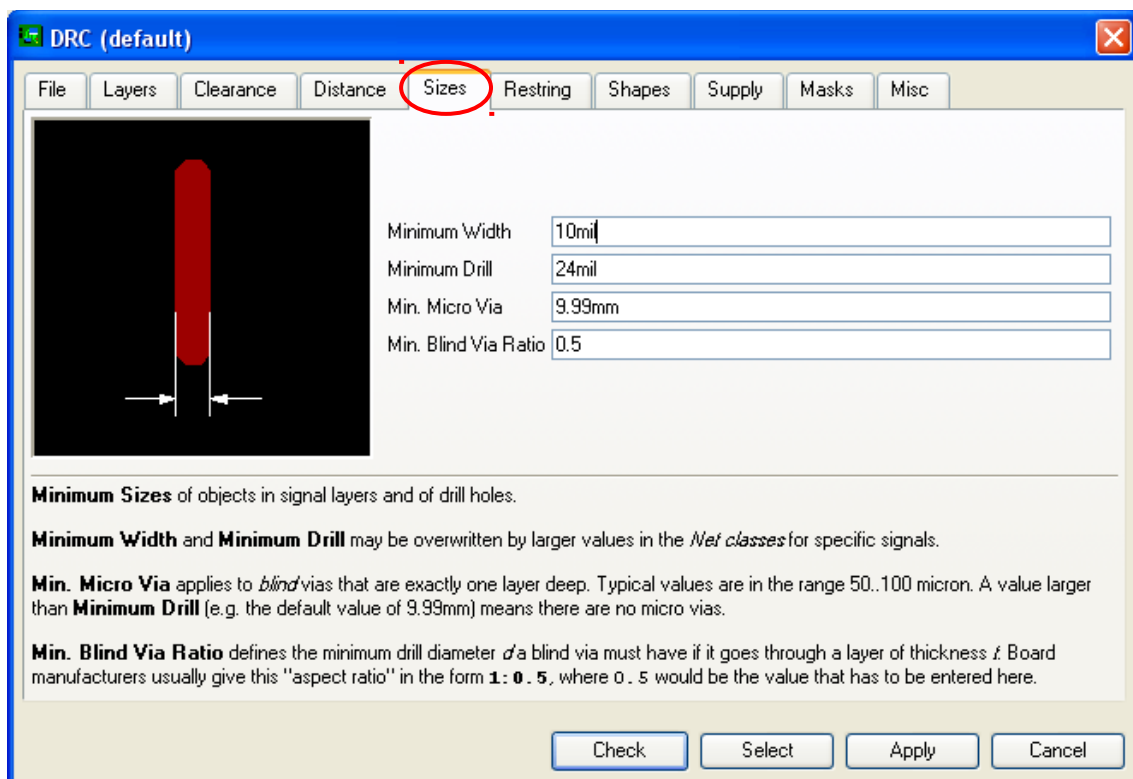


**Distance** permite definir o espaçamento mínimo entre os vários elementos (pistas, ilhas, vias) relativamente aos limites da placa (*Copper/Dimension*).

Também permite definir a distância mínima entre os furos dos pads (ilhas), entre os furos das vias e entre os furos da placa (*Drill/Hole*). No exemplo da figura estamos a visualizar a distância entre pistas, ilhas ou vias em relação ao limite da placa.



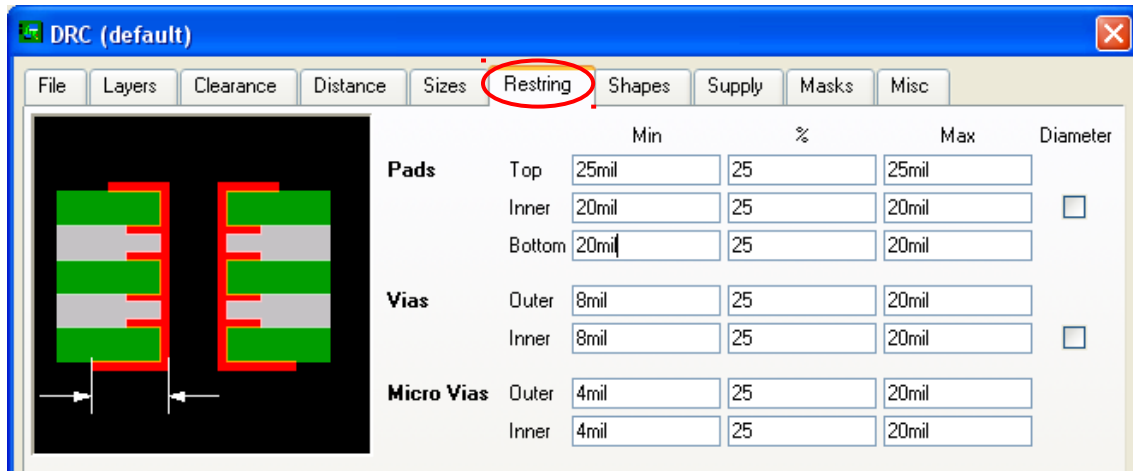
**Sizes** permite definir a largura mínima das pistas (*Minimum Width*) e o diâmetro mínimo dos furos das vias (*Minimum Drill*). No exemplo da figura estamos a visualizar a largura mínima da pista.



**Restraining** permite definir o diâmetro das ilhas (pads) e vias. Restrings são especificados como percentagem do diâmetro do drill (limitados pelos valores de Min e Max).

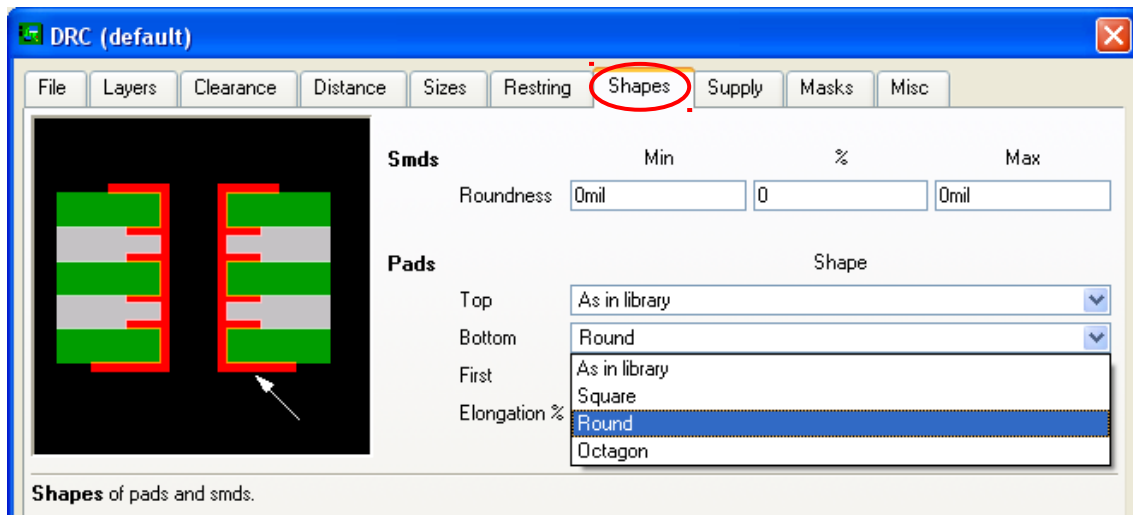


No exemplo da figura estamos a visualizar o tamanho mínimo da ilha na face inferior da placa.

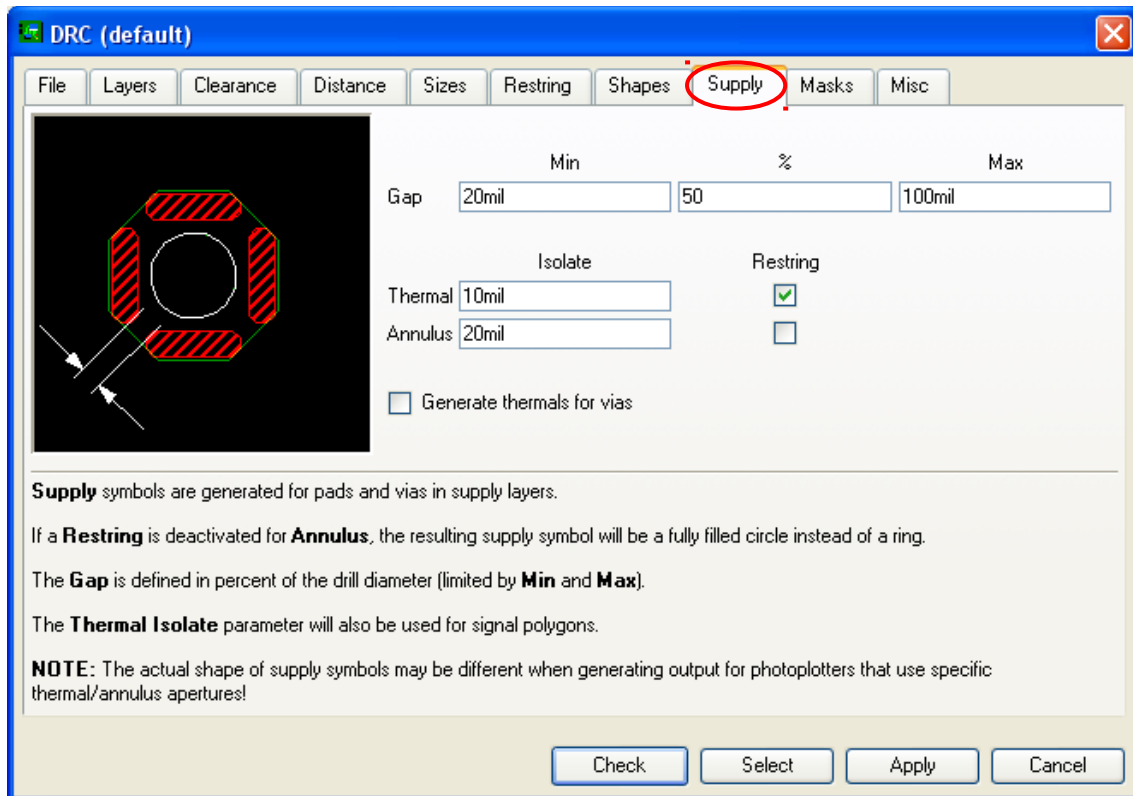


**Shapes** permite definir a forma das ilhas (pads) e o seu arredondamento para os componentes SMD.

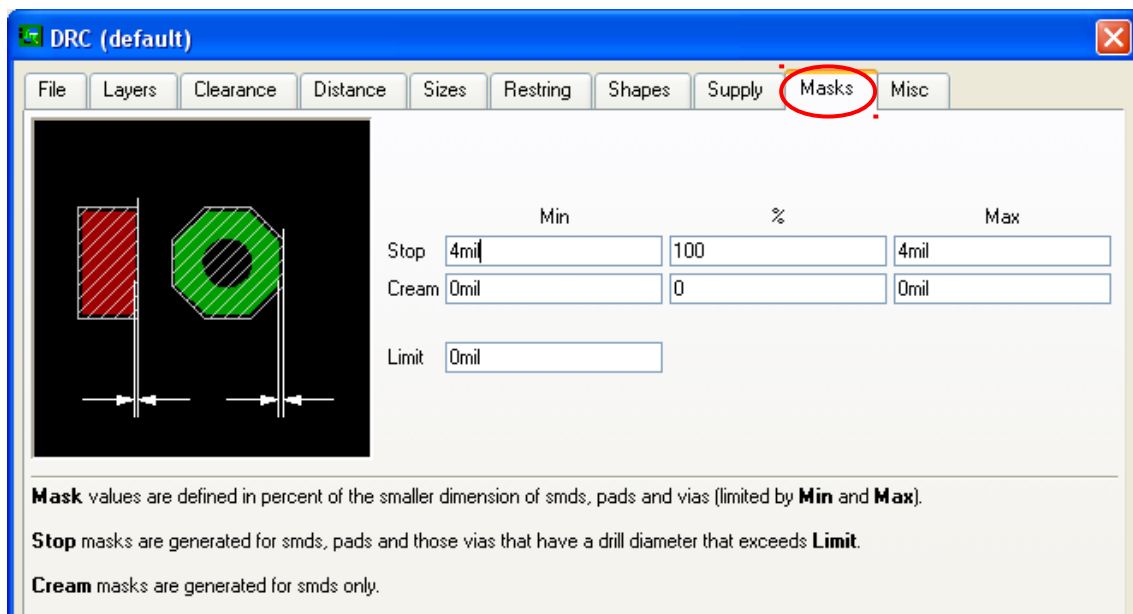
No exemplo da figura estamos a seleccionar o formato redondo para as ilhas (pads) da face inferior da placa.



**Supply** permite definir as dimensões mínimas e máximas das ilhas (pads) usadas para a alimentação do circuito.



**Masks** permite definir as dimensões das máscaras de solda.



## ANEXO 5 - Personalizar o dimensionamento das pistas

O tamanho padrão das pistas é de 10 mil  $\approx 0,25$  mm <sup>(4)</sup>

Para alterar a dimensão das pistas deverá seleccionar o menu **Edit** e a opção **Net classes**, surgindo a seguinte janela

Nr	Name	Width	Clearance	Drill
0	default	0mil	0mil	0mil
1		0mil	0mil	0mil
2		0mil	0mil	0mil
3		0mil	0mil	0mil
4		0mil	0mil	0mil
5		0mil	0mil	0mil
6		0mil	0mil	0mil
7		0mil	0mil	0mil

devem conter no fim  
Por exemplo:

Nr	Name	Width	Clearance	Drill
0	default	0mil	0mil	0mil
1	A1	78mil	39mil	25mil
2		0mil	0mil	0mil
3		0mil	0mil	0mil
4		0mil	0mil	0mil
5		0mil	0mil	0mil
6		0mil	0mil	0mil
7		0mil	0mil	0mil

Largura da pista na  
PCI:  
78mil = 2mm

Espaçamento  
mínimo entre  
pistas:  
39mil = 1mm

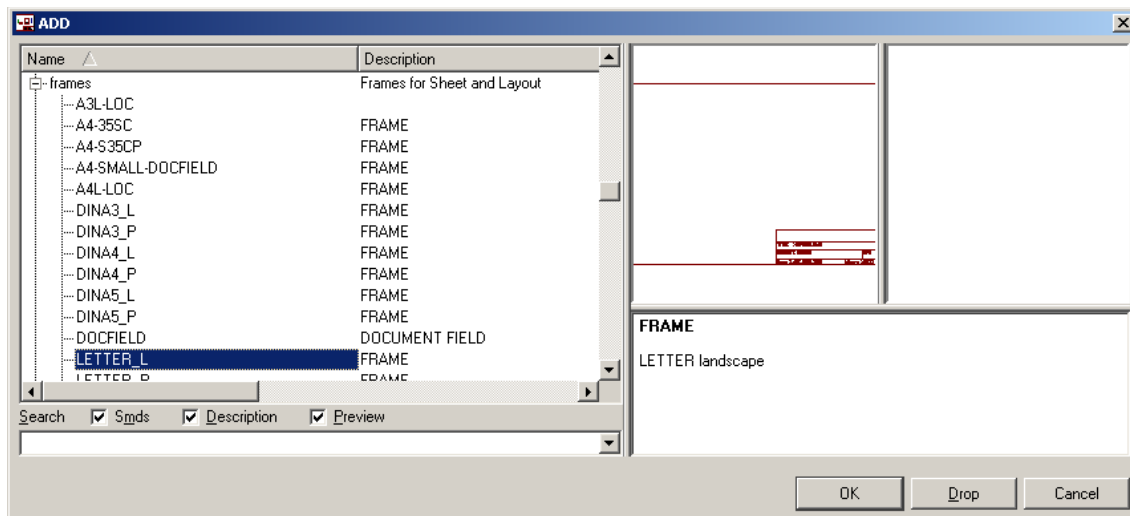
Diâmetro mínimo  
da furação:  
25mil  $\approx 0,6$ mm

dimensões personalizadas basta seleccionar OK. Para utilizar as pistas personalizadas seleccione o ícone **Net** da barra de ferramentas e surgirá na parte superior da janela a seguinte barra:

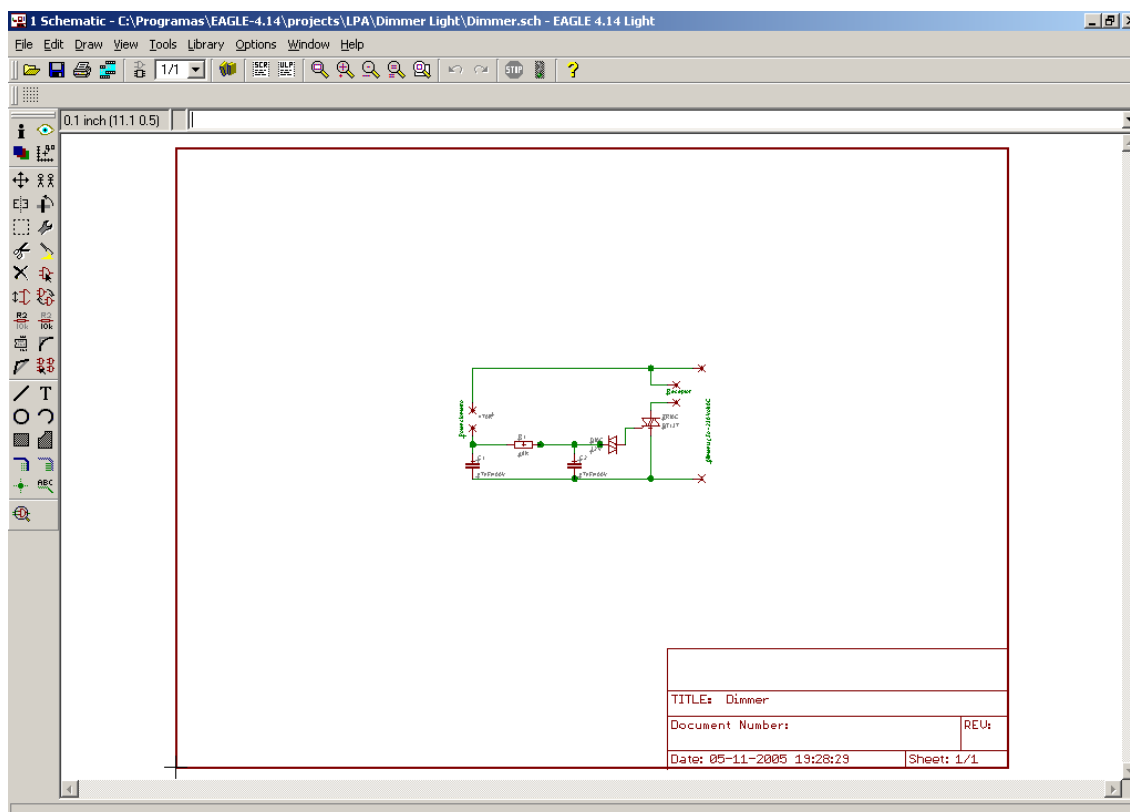
## ANEXO 6 - Inserir uma frame no esquemático

<sup>4</sup> 10mil (milésimas de polegada)  $\rightarrow (10/1000) \times 25,4$  mm  $\rightarrow 0,254$  mm  $\approx 0,25$ mm

Utilizando os comandos **Edit> Add** ou usando o ícone seleccionar a biblioteca “frames”.  
Surgirá a seguinte janela



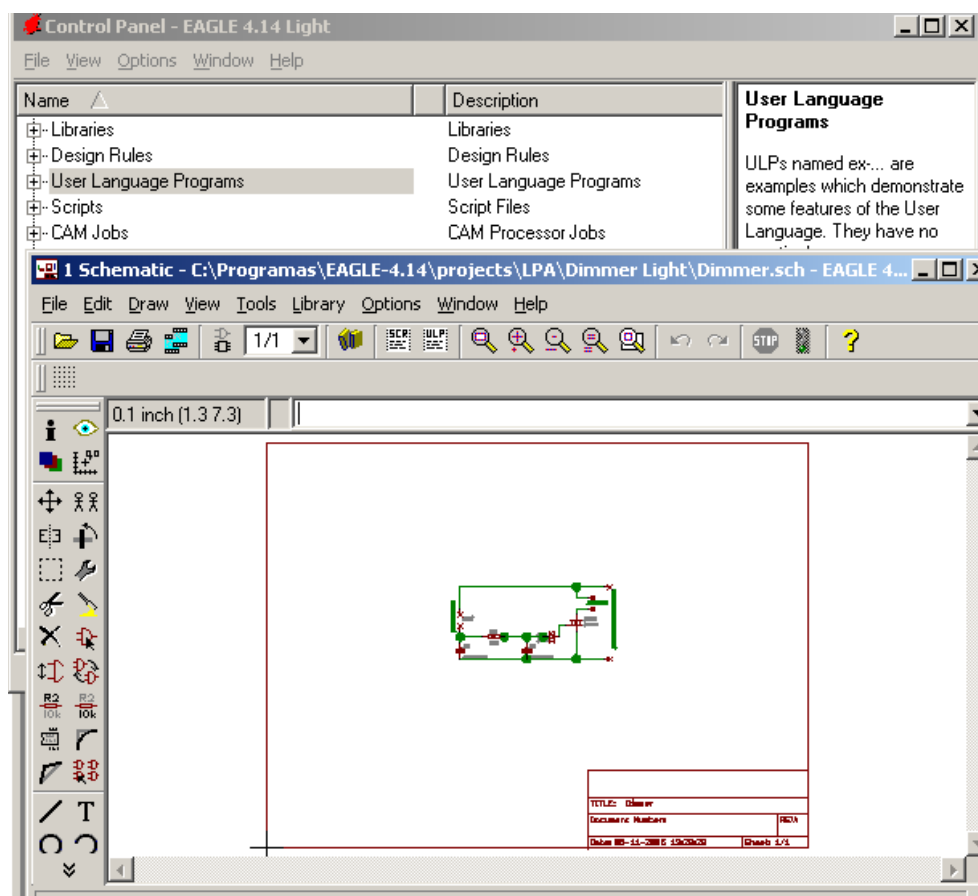
Escolher a frame desejada e inseri-la no esquemático.



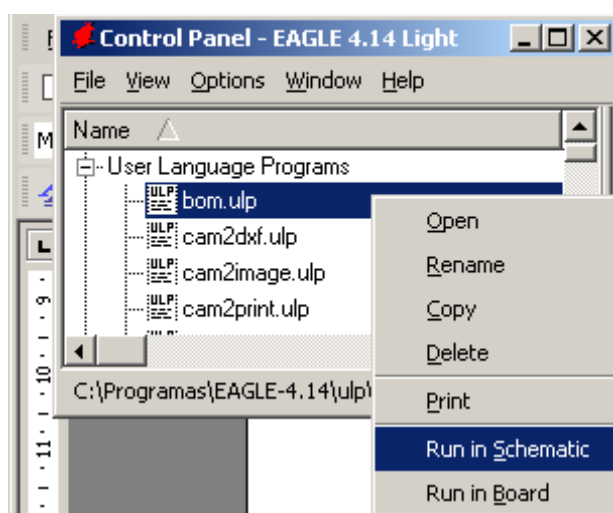
## ANEXO 7 - Obter uma listagem dos componentes

Pode-se gerar um ficheiro com a relação dos componentes usados no esquemático. Para esse efeito deve proceder da seguinte forma:

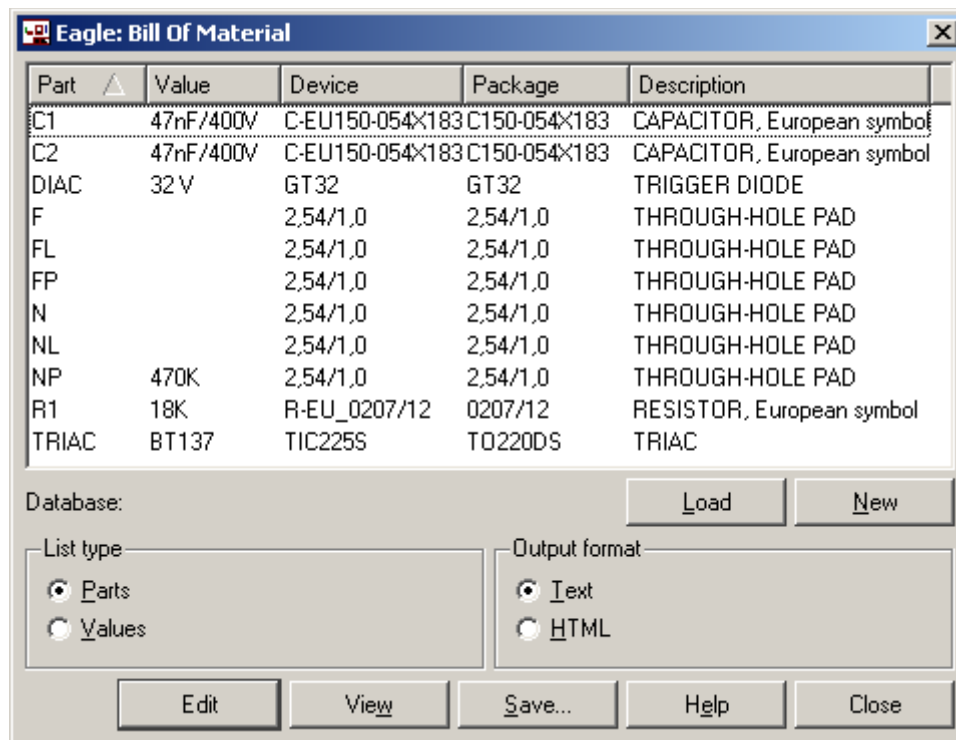
Com o esquemático aberto ir para a janela inicial “Control Panel” e seleccionar a directoria “User Language Programs”.



Na directoria “User Language Programs” deve seleccionar o ficheiro “bom.ulp” com o botão direito do rato e clicar na opção “Run in Schematic”.

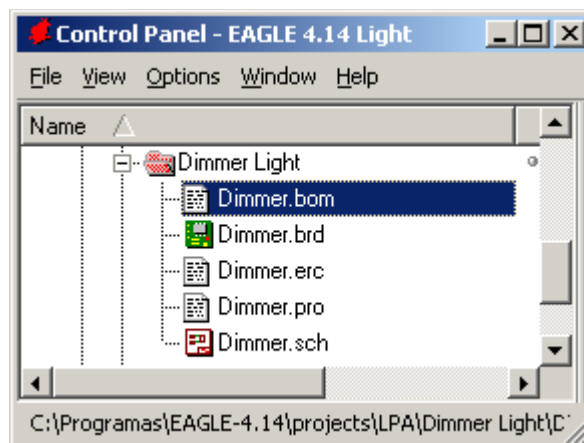


Surgirá uma janela com a relação dos componentes existentes no esquemático



Clique em “Save...” para guardar este ficheiro dentro da directoria onde tem o projecto.

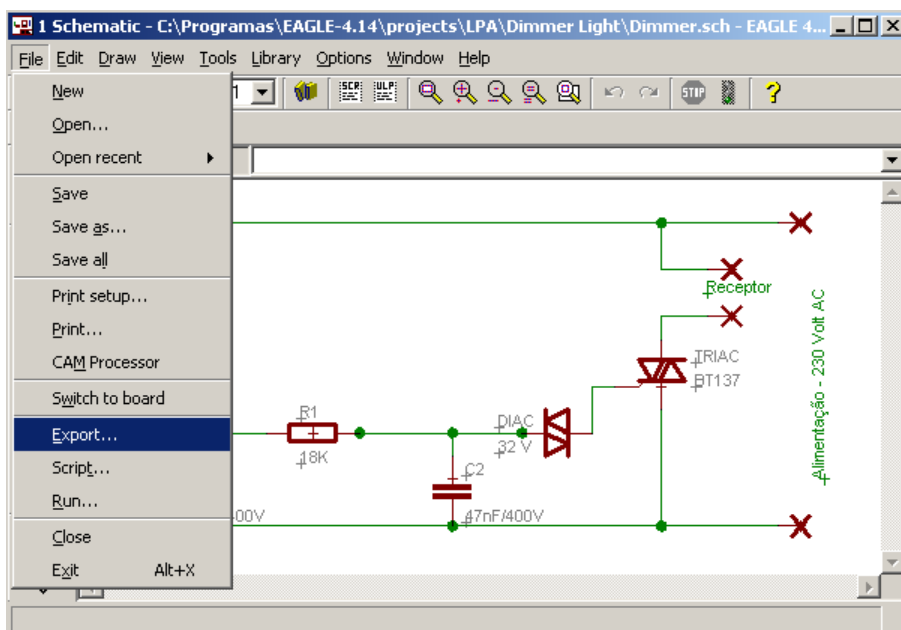
O ficheiro com a relação dos componentes surgirá, depois de gravado, dentro da pasta do projecto.





## ANEXO 8 - Exportar o esquema ou a board para o formato bmp

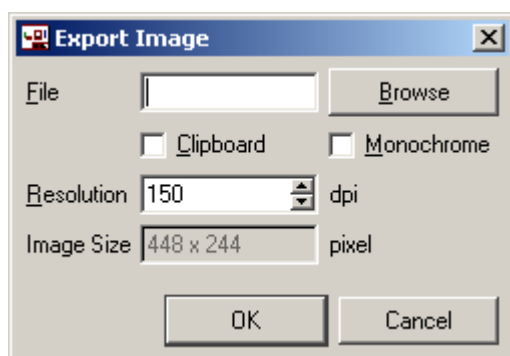
A exportação do desenho esquemático ou da board para o formato de imagem bmp pode ser útil, pois podemos juntar essas imagens a um texto.



Para exportar uma imagem seleccione a seguinte opção do menu "File" do Editor de Esquemas ou do Editor da Board:  
*File>> Export...>> Image.*

Surgirá a

seguinte janela:



**File:** Colocar o nome que se pretende dar ao ficheiro.

**Browse:** Para escolher a directoria onde se pretende guardar a imagem.

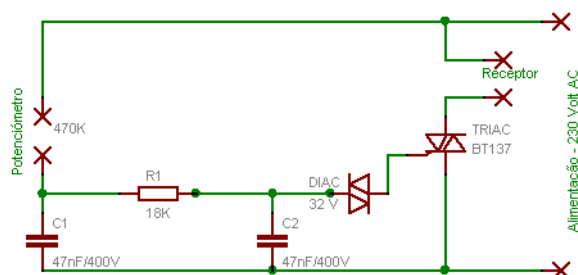
**Clipboard:** Guarda a imagem na memória para ser colada posteriormente.

**Monochrome:** Para imagens em escalas de cinza.

**Resolution:** Para definir a resolução da imagem.

**Image Size:** Indica o tamanho da imagem.

Selecione as opções pretendidas e clique em *OK*. A imagem com a extensão bmp será exportada para dentro da directoria seleccionada. Em qualquer altura poderá ser inserida num documento, como se mostra a seguir...



## BIBLIOGRAFIA

Eagle - Manual  
CadSoft Computer, Inc.  
<http://www.cadsoft.de/download.htm>

Eagle - Tutorial  
CadSoft Computer, Inc.  
<http://www.cadsoft.de/download.htm>

Apostila Eagle 4.x  
Cliceu Buture de Oliveira  
<http://www.microgenios.com.br/>

Textos de apoio  
António Leite  
<http://www.freewebs.com/eagle411>